

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2011**

**Lenka Szeinerová**

# TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

## FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: Technologie a řízení oděvní výroby

### VYUŽITÍ ERGONOMIE PŘI ŘEŠENÍ VYBRANÉHO PRACOVISTĚ V APLIKACI V 3D CAD PROGRAMU CATIA

### ERGONOMICS SOLUTION FOR USING OF THE SELECTED WORKPLACE IN APPLICATIONS 3D CAD SOFTWARE CATIA

Lenka Szeinerová

KOD/2011/06/13/BS

**Vedoucí práce:** Ing. Mgr. Marie Nejedlá, Ph.D.

**Rozsah práce:**

Počet stran textu: 50

Obrázků: 28

Tabulek: 4

Příloh: 3

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lenka SZEINEROVÁ**  
Osobní číslo: **T08000286**  
Studijní program: **B3107 Textil**  
Studijní obor: **Technologie a řízení oděvní výroby**  
Název tématu: **Využití ergonomie při řešení vybraného pracoviště  
v aplikaci v 3D CAD programu CATIA**  
Zadávající katedra: **Katedra oděvnictví**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Charakterizujte pojem, definici a cíl ergonomie.
2. Vypracujte potřeby a funkci člověka jako subsystému ergonomie.
3. Zpracujte možnosti řešení ergonomie a přizpůsobení vybraného pracoviště rozměrům člověka s využitím 3D programu CATIA.
4. Stanovte závěry o možnostech využití 3D programu CATIA v ergonomii.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

cca 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce:

tištěná

Seznam odborné literatury:

- Chundela, L.: Ergonomie v praxi, Práce, Praha, 1984
- Chundela, L.: Ergonomie, ČVUT, Praha, 2001
- Gilbertová, S., Matoušek, O.: Ergonomie. Optimalizace lidské činnosti, Grada, Praha, 2002

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Ing. Marie Nejedly, Ph.D.

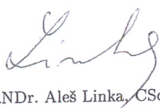
Katedra technologie a řízení konfekční výroby

Datum zadání bakalářské práce:

12. listopadu 2010


Termín odevzdání bakalářské práce:

2. května 2011



prof. RNDr. Aleš Linka, CSc.  
děkan

L.S.



doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 12. listopadu 2010

### P r o h l á š e n í

Byl (a) jsem seznámen (a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval (a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce.

Datum

Podpis

## **Poděkování**

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucí bakalářské práce paní Ing. Mgr. Marii Nejedlé, Ph.D. za pozornost, kterou věnovala mé práci a za její odborné rady při vypracování této bakalářské práce.

## **Anotace**

Tématem bakalářské práce bylo „Využití ergonomie při řešení vybraného pracoviště v aplikaci v 3D CAD programu CATIA“. Téma vycházelo z potřeby řešení pracovišť, pracovních předmětů a zařízení tak, aby ergonomicky vyhovovala antropometrickým parametrům lidského těla.

Cílem práce bylo přiblížit úkol aplikované antropologie v ergonomii a poukázat na jejich nezbytnost při řešení a přizpůsobení pracoviště parametrům člověka.

V teoretické části je objasněna problematika samotné ergonomie, antropometrie a prvků ovlivňujících práci člověka v daném prostředí.

V praktické části je řešena ukázka využití programu CATIA části týkající se ergonomie při řešení vybraného pracoviště s možností aplikace programu v interdisciplinárním vědním oboru – v ergonomii všeobecně.

**Klíčová slova:** ergonomie, antropometrické parametry, ergonomické požadavky na pracoviště, program CATIA

## **Annotation**

Theme of this Bachelor's thesis was ergonomics solution for using of the selected workplace in application of 3D CAD program CATIA. Theme based on solving the needs of workplaces, work items and equipment in order to meet ergonomic anthropometric parameters of the human body.

The aim was approach the task of applied anthropology in ergonomics and highlight the necessity of solving and adapting the workplace to the parameters of man. In the theoretical part explains the problem itself ergonomics, anthropometry, and elements affecting human work in that environment.

The practical part is solved using the program demonstration of CATIA for addressing ergonomics in the workplace with the selected application program in the interdisciplinary field of science - in ergonomics in general.

**Keywords:** ergonomics, anthropometric parameters, ergonomic requirements for the workplace, the program CATIA



## Seznam použitých zkratk

BMI	Index tělesné hmotnosti	
H	Hmotnost těla	[kg]
V	Výška těla	[cm]
E	Intenzita osvětlení	[lx]
$\Phi$	Světelný tok	[lm]
S	Plocha	[m <sup>2</sup> ]

## Obsah

Úvod .....	12
1. Historický vývoj ergonomie.....	13
1.1 Ergonomie- definice, pojem .....	14
2. Historie a význam antropometrie .....	15
2.1. Fyzické parametry člověka.....	16
a) Kosterní soustava .....	17
b) Kostra hlavy.....	17
c) Kostra trupu .....	18
d) Kostra končetin .....	18
e) Svalová soustava .....	19
g) Somatické parametry .....	19
h) Energetické parametry.....	20
i) Smyslové parametry .....	20
2.2 Psychologické parametry člověka .....	22
a) Vlastnosti člověka .....	22
b) Schopnosti člověka.....	23
c) Spolehlivost člověka .....	23
3. Prostředí .....	25
a) Osvětlení.....	25
b) hluk a vibrace.....	26
c) zátěž.....	27
d) bezpečnost práce a hygiena práce .....	27
4. Ergonomické požadavky na techniku.....	28
4.1 Rozměrové řešení.....	28
a) Práce ve stoje .....	28

b) Práce v sedu .....	30
c) Práce v sedu i stoje .....	32
5 Software pro ergonomii .....	32
5.1 Charakteristika virtuálních postav .....	33
5.2 Vývoj programu CATIA.....	34
5.3 Program CATIA V5R19 .....	35
6. Programový modul „Ergonomický návrh a analýza“.....	36
6.1 Měření parametrů lidského těla ( Human measurements editor).....	37
6.2 Analýza lidské činnosti (human activity analysis) .....	38
6.3 Stavba lidského těla (human builder).....	39
6.4 Analýza držení těla (human posture analysis).....	41
7. Řešení pracoviště pomocí softwaru CATIA V5R19 .....	43
7.1 Pracovní poloha vsedě.....	43
Závěr.....	48
Seznam použitých pramenů .....	49
Seznam obrázků .....	50
Seznam tabulek .....	51

## Úvod

V posledních dvou stoletích neustále rostou nároky na vše kolem nás a i na nás samotné. S každodenním rozvojem techniky se vyvíjí i nové nástroje, stroje a zvyšují se tak požadavky na schopnosti člověka. A tak byla položena kdysi otázka, jak dlouho se bude člověk schopen přizpůsobovat technice a jejím novým nárokům, či by to nemělo být spíše naopak. Tyto otázky řeší interdisciplinární obor ergonomie.

A co je to vlastně ta ergonomie? V čem spočívá její důležitost? Ergonomie se zabývá převážně výkonností člověka a přizpůsobováním pracovních podmínek a prostředků k práci přímo pro člověka. Pokud mluvíme o přizpůsobování pracovních podmínek a prostředků k člověku, nelze mluvit jen o jednom oboru. V ergonomii je zahrnuto široké spektrum oborů, a to jak humanitní tak i technické vědy. Při práci nás ovlivňují okolní i vnitřní aspekty.

Z vnitřních hledisek člověka ovlivňuje zejména vlastní tělo, věk, pohlaví. Lidské tělo z hlediska fyziologických faktorů je jeden z nejvíce ovlivňujících činitelů, jelikož kosterní soustava v lidském těle nám nedovoluje ve většině případů neomezené pohyby. Výjimkou pak jsou pravděpodobně tzv. „hadí lidé“. Kromě fyzických parametrů člověka při práci ovlivňují i ty psychologické. Poněvadž jak je známo, lidská psychika má opravdu velké účinky na výkon práce. Pokud se budeme zabývat již zmíněnými okolními aspekty, zajímá nás především, jak člověka ovlivňuje prostředí (osvětlení, hluk, vibrace) a celkové požadavky na techniku (rozměrové řešení, pracovní polohy).

Tak jako vše podléhá a využívá výpočetní techniku, tak se i ergonomie v současné době podrobuje možnostem jejího využívání. Výpočetní technika totiž umožňuje rychlejší práci ve všech oborech. Současný člověk by se již bez ní neobešel. Dnes je již výpočetní technika využívána i při ergonomickém navrhování. V posledních letech vzniká stále více 3D programů zabývajících se ergonomií, či ji obsahují jako jeden z možných modulů.

Cílem této bakalářské práce je objasnit a přiblížit ergonomii jako takovou, a poukázat na aspekty ovlivňující a působící v systému člověk-prostředí-technika s cílem aplikovat 3D program CATIA při řešení ergonomických úkolů, se zaměřením na jeho využití při řešení vybraného pracoviště.

## 1. Historický vývoj ergonomie

Neustálý rozvoj vědy a techniky přinášel již od prvopočátku lidstva nové nástroje, stroje, zařízení a také neodmyslitelně s vývojem nástrojů i nové technologie. Již od počátku lidstva, kdy si člověk poprvé pomyslel, že by potřeboval věc, která by mu umožnila snadnější přístup k potravě, a vzal do rukou kámen, začali následkem tohoto popudu vznikat nástroje. Každý předmět, který je uchopen do rukou za účelem určité činnosti nám zjednodušuje práci. Ručně vyráběné nástroje se začali upravovat, tato úprava byla individuální a zkušenosti a tradice úprav se přenášeli z otce na syna [2].

V 16. a 17. století, kdy začal rozmach veškerých společenských a technických věd začal postupně i přechod od řemeslné výroby k centralizované. Ke konci 17. století již začali vznikat manufaktury a poté koncem 18. století vznikají první továrny. V této době si již řemeslník nevyrábí nástroje sám. Ale tyto nástroje vyrábí specializované firmy. Začíná se hledat optimální rozložení přestávek, aby nedocházelo k zbytečným únavám. Hledá se také optimální postoj, pohyby při práci a na řadu přichází také dělba práce. Dělbou práce je zaručena maximální výkonost [3].

V období 1. světové války zaznamenává hlavní rozmach oblast zkoumání a výběru člověka, dále také vědecké řízení výroby. V meziválečném období se začínají řešit pracovní podmínky (světlo, hluk, teplo) a organizace práce. Zjišťuje se, že ani optimální řešení pracovních podmínek nezaručí pracovní pohodu a maximální možný pracovní výkon [3].

V době 2. světové války se objevuje potřeba vytvořit vědní obor, který by integroval stávající poznatky a řešil by je jako celistvý komplex člověk- technika- pracovní prostředí. Jako odezva na tato volání vzniká na sjezdu Společnosti ekonomických věd v Londýně nový obor. Tímto oborem je ergonomie. Ergonomie má přispívat k zlepšování podmínek člověka při jeho činnostech [2,3].

Ergonomii lze považovat za mezioborovou disciplínu. Musí respektovat biologické a společenské omezení člověka při výkonu práce. Hledá možné řešení pro zlepšení pracovních podmínek, produktivity práce, zlepšení pohody na pracovišti a k rozvoji osobnosti, také hledá způsob jak snížit absenci na pracovišti z hlediska nemocnosti či snížení nákladů, které zapříčiňují snížení produkce [1,2,3].

## 1.1 Ergonomie- definice, pojem

Definice ergonomie podle Mezinárodní ergonomické asociace z roku 2000) zní: *„Ergonomie je vědecká disciplína založena na porozumění interakci člověka a dalších složek systému. Aplikací vhodných metod, teorie i dat zlepšuje lidské zdraví, pohodu i výkonnost. Přispívá k řešení designu a hodnocení práce, úkolů, produktů, prostředí a systémů, aby byly kompatibilní s potřebami, schopnostmi a výkonnostním omezením lidí. Ergonomie je systémově orientovaná disciplína, která prakticky pokrývá všechny aspekty lidské činnosti. V rámci holistického přístupu zahrnuje faktory fyzické, kognitivní, sociální, organizační, prostředí a další relevantní faktory [6].“*

Pod pojmem ergonomie myslíme interdisciplinární nauku, která vznikla spojením několika aplikovaných věd. Předmětem těchto studií jsou pracovní systémy. Ergonomie zahrnuje následující obory [6]:

- antropometrie včetně biomechaniky,
- filozofie práce,
- psychologie práce a
- hygiena práce.

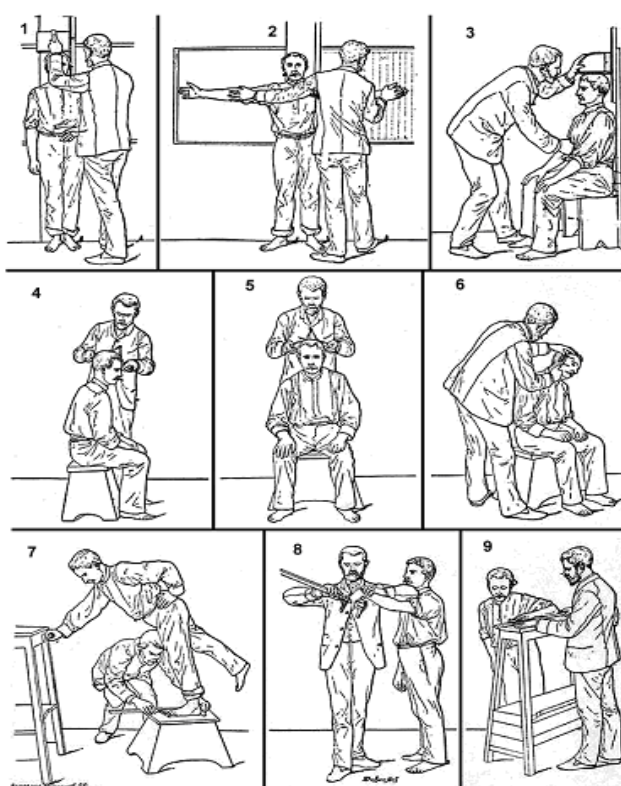
V České republice se ergonomií zabývá Česká ergonomická společnost (ČES). ČES je dobrovolné a nezávislé odborné sdružení fyzických osob zaměřujících se na rozvoj ergonomie a její uplatnění v praxi se snahou přispění k humanizaci lidské činnosti a optimalizaci vztahů mezi schopnostmi člověka a podmínkami pro jeho činnost [6].

## 2. Historie a význam antropometrie

Antropometrie je studie o měření lidského těla a jeho částí. Podkladem pro měření jsou antropometrické body, na hlavě, trupu a končetinách [2]. Poloha těchto bodů byla stanovena mezinárodní dohodou. V praxi je antropometrie využívána v mnoha oborech, jako jsou např. lékařství, textilní a oděvní průmysl, strojírenský průmysl a také v kriminalistice [3].

Slovo antropometrie je složenina dvou řeckých slov, antropos (člověk) a metrikos (měření) [3]. Základ této vědní disciplíny položil v 19. století francouzský kriminalista Louis Alphonse Bertillon, který jako první vypracoval metodu individuální identifikace zločinců (obr. 1).

Metoda byla postavena na vědeckém základu, že po ukončení fyzického vývoje člověka se některé parametry nemění. Osoby byly identifikovány pomocí měření hlavy, těla a individuálních znaků (tetování, jizvy). Zápisy z měření byly zapisovány tak, aby byly použitelné vždy jen na konkrétního jedince [4].



- 1 Výška
- 2 Dosah
- 3 Výška v sedu
- 4 Délka hlavy
- 5 Šířka hlavy
- 6 Pravé ucho
- 7 Levá noha
- 8 Levé prostřední prst
- 9 Levé předloktí

Obr. 1 Bertillonovo měření zločinců v praxi [4]

Antropometrie se využívá při analýze lidských a ergonomických faktorů potřebných pro rozvoj nových technologických návrhů. Usnadňuje vyhodnocení polohy a vzdálenosti k dosažení kontroly, pohodlí a lidské výkonnosti. V dnešní době je potřebná i u technologických inovací jako je počítačem podporované navrhování (CAD) v inženýrství, kde jsou počítačem modelování lidé nahrazeni za živé lidi [3].

Do vědní disciplíny patří i antropocentrismus. Antropocentrismus zastává názor, že člověk je středem a těžištěm světa a veškerá technika musí respektovat lidské limity jak už fyzické tak psychické. Z toho vyplývá, že přednost člověka je slabost stroje a naopak. Bohužel při řešení a návrhu systému často rozhoduje ekonomické hledisko a následkem toho se vytvoří systém kdy je člověk neustále přetěžován [1].

## **2.1. Fyzické parametry člověka**

Abychom mohli za pomoci ergonomie upravit nebo vytvořit pracovní prostředí tak, aby lidem usnadnilo práci a dosáhlo se tím zvýšení produktivity práce, musíme mít alespoň minimální znalosti o fyzických parametrech člověka [1]. Tyto parametry ho mohou v jisté míře omezovat. Do těchto parametrů lze zařadit:

- a) kosterní soustavu,
- b) svalovou soustavu,
- c) kožní soustavu,
- d) somatické parametry,
- e) energetické parametry a
- f) smyslové parametry.

Při antropocentrických měření musíme brát ohled na rozměrové a pohybové parametry člověka. Při brání zřetele na rozměrové parametry se, ale nemůžeme spokojit s průměrnými hodnotami, ale musíme počítat i s výchyly, jako jsou například menší či větší postavy.

Dále musíme respektovat pohyblivost člověka. Zajímá nás např.: do jaké míry se může ohýbat, otáčet kolem vlastní osy, úklony, napřimování. Tyto pohyby nám především ovlivňuje pohybová soustava. Pohybová soustava je tvořena z kosterní a svalové soustavy [1].



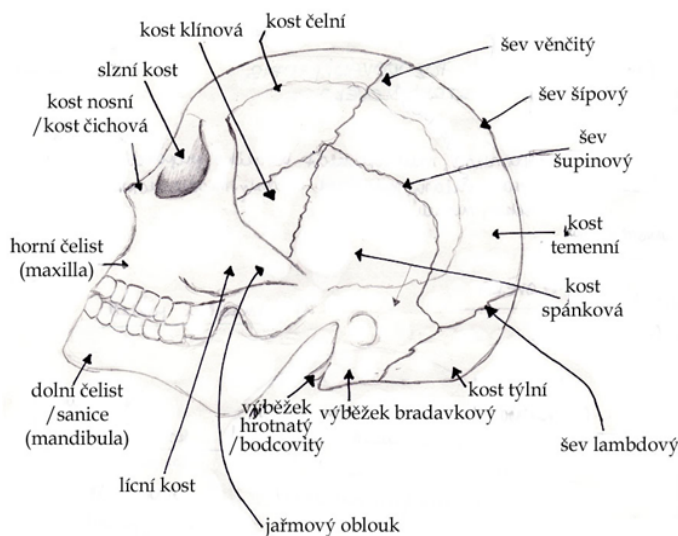
### a) Kosterní soustava

Kosterní soustava se podílí na vytváření pohybu. Kosterní soustava určuje základní tvar lidského těla a zároveň chrání lehce zranitelné vnitřní orgány [7]. Soustava je složená z kostí, vazů, šlach a chrupavek. Lidské tělo se skládá přibližně z 200 kostí. Lidská kostra se skládá z lebky, kostry trupu a kostry končetin. Kosti rozdělujeme dle délky a šířky:

- kosti dlouhé (kosti končetin),
- kosti ploché (lopatky, lebka),
- kosti krátké (obratle, kosti v zápěstí, kosti nohy) [5].

### b) Kostra hlavy

Kostru hlavy neboli lebky tvoří mozková a obličejová část lebky (obr. 2). Obličejová část lebky se skládá z párových kostí a tyto kosti obklopují začátek trávicího a dýchacího ústrojí. Do části mozkové řadíme plošné lebeční kosti. Jejich hlavním úkolem je vytvořit pevné pouzdro chránící mozek [5,7].



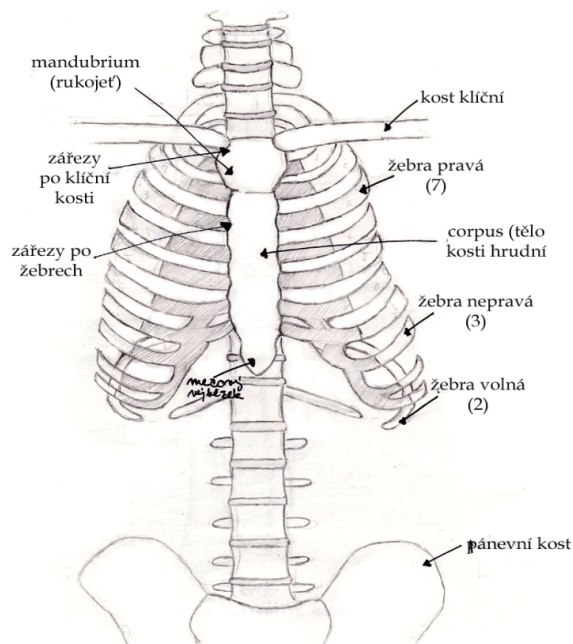
Obr. 2 Kostra hlavy [8]

### c) Kostra trupu

Kostra trupu (obr. 3) tvoří páteř, žebra a hrudní kost. Při pohledu ze strany má páteř dvojité esovité prohnutí[5].

Páteř se skládá ze 7 krčních obratlů, 12 hrudních obratlů, 5 obratlů bederních, 5 srostlých obratlů křížových, 3- 5 obratlů kostrčních.

Žebra se pak skládají z 7 párů žeber pravých, 3 páry žeber nepravých, 2 páry žeber volných [5].

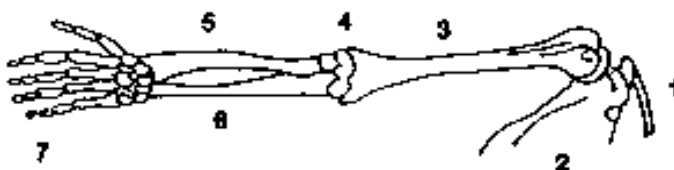


Obr. 3 Kostra trupu [8]

### d) Kostra končetin

Kostru končetin dělíme na kostru horní končetiny a kostru dolní končetiny.

Kostra horní končetiny se skládá z pletence lopatkového (kost klíční, lopatka) a kostry volné končetiny (kost pažní, vřetení, loketní), (obr. 4). Kostra dolní končetiny je složena z pletence pánevního (pánevní kost, spona stydká, pánev) a z kostry volné končetiny (kost stehenní, holenní, lýtková), [9].



Obr. 4 Kostra horní končetiny [8]

1 - kost klíční, 2 - lopatka, 3 - kost pažní, 4 - loketní kloub, 5 - kost vřetenní,  
6 - kost loketní, 7 - kostra ruky

### **e) Svalová soustava**

Svalová soustava společně s kosterní soustavou vytváří celek, který nazýváme pohybová soustava. Lidské tělo se skládá z 600 svalů. Tyto svaly se cca 40% podílí na lidské hmotnosti (viz. somatické vlastnosti níže). Svaly působí ve skupinkách a jsou v neustálém napětí. Díky tomuto napětí mohou fixovat polohu těla a mají také vliv na správné držení těla.

Ochabnutí určité skupiny svalů se projevuje špatným držením těla. Svaly rozdělujeme podle stavby do 3 druhů svalových tkání [5]:

- svaly hladké,
- srdeční sval,
- svaly příčně pruhované- svaly kosterní.

### **f) Soustava kožní**

Hlavní funkcí kožní soustavy je krytí povrchu těla, dále však kožní soustava chrání organismus proti vnějším vlivům, nachází se zde i zakončení nervové soustavy, dále pomocí kožní soustavy se z těla vylučují odpadové látky a napomáhá k regulaci tělesné teploty.

Kůže se skládá ze dvou vrstev, a to vrchní pokožky a spodní škáry. Škára přechází v podkožní vazivo. V podkožním vazivu se nachází podkožní tuk a kožní orgány (př. vlasy, nehty), [5].

### **g) Somatické parametry**

Somatickými parametry rozumíme tělesné parametry, které se vztahují k tělu. Do somatických parametrů řadíme např.: hmotnost těla, krve, srdeční frekvence, tělesnou teplotu.

Hmotnost těla je důležitá především z hlediska projektování pomocných zařízení pro člověka. Těmito pomocnými zařízeními mohou být sedačky. Aby dané pomocné zařízení vydrželo váhu člověka, musí se projektovat pro určitou optimální hmotnost[1].

Populárními metodami jak zjistit optimální hmotnost jsou Brocův vzorec a BMI (Body Mass Index). Brocův vzorec vytvořil v 19. století francouzský lékař Pierre Broca, který prováděl lékařský výzkum na vojácích. Brocův vzorec pro výpočet hmotnosti zní:

$$H = (V - 100) \quad (1)$$

Kde: **H**...hmotnost těla [kg]

**V**... výška těla [cm]

Lidské tělo obsahuje 5- 6 litrů krve, což je zhruba 1/13 hmotnosti těla. Srdeční frekvence také ovlivňuje schopnosti člověka. U dospělých lidí se srdeční frekvence pohybuje kolem 70 a při tělesné práci stoupá až na hodnotu 200 min<sup>-1</sup> [1].

Dalším ovlivňujícím somatickým faktorem je tělesná teplota. Tělesná teplota je průměrně 37°C. Tělesná teplota během dne kolísá, nejnižší bývá v ranních hodinách a nejvyšší v odpoledních hodinách [1].

#### **h) Energetické parametry**

Energetickými parametry rozumíme potřebu dodávat lidskému tělu energii a kyslík ve formě potravy. Potravu tělo zpracovává chemickými pochody neboli přeměnou látek. Tuto přeměnu nazýváme metabolismus. energii potřebuje naše tělo k udržení tělesné teploty, k činnosti orgánu a k práci.

#### **i) Smyslové parametry**

Smyslové parametry umožňují lidskému organismu reagovat na změny vnějšího prostředí, zároveň pomáhají udržovat jednotlivé funkce tak, aby vždy odpovídaly okamžité potřebě celku, což je člověku jako biologickému systému [2].

Vnějšími podmínky myslíme informace, které dostáváme pomocí zraku, sluchu, čichu, hmatu apod. Reakci na podmínky nám umožňují receptory. Receptory jsou analyzátoři, které reagují na určitý druh podnětu. Hlavní funkcí receptorů je přeměna

podmětů, jež působí na nervový systém, následně jejich analyzování a vydání informace [1,2].

Do smyslových parametrů tedy řadíme:

- zrak,
- sluch,
- čich,
- chuť,
- hmat.

Z hlediska zaměření této práce budou smyslové parametry dále zúženy jen na zrak, sluch a hmat. Čich a chuť nejsou z hlediska ergonomie důležitými parametry.

### **Zrak**

Receptorem zraku je oko. Skrz oko dochází k vidění, což je složitý psychofyzilogický proces, závislý na činnosti oka a vnějších světelných podmínkách. Denní světlo vnímáme v rozmezí 360- 700 milimikronů jako světelné spektrum od fialové po červenou barvu. Díky tomu dokážeme rozeznat až 150 barevných odstínů. Vnímání barev ale i samotné vidění jako takové souvisí s citlivostí oka na různé barvy případně očními vadami [1,2].

Z tohoto hlediska je podstatné, aby na pracovišti bylo adekvátní osvětlení, které nebude pracujícím ničit zrak. O osvětlení jako takovém podrobněji v kapitole Prostředí.

### **Sluch**

Stejně jako vidění, tak i sluch je složitý psychofyzilogický proces. Sluch vnímáme pomocí ucha, který vnímáme jako sluchový aparát. Pomocí něj vnímáme zvukové vlny z vnějšího okolí. Zvukovými vlnami myslíme podélné chvění částeczek prostředí, jež vychází od chvějícího se tělesa směrem k uchu. Tyto zvukové vlny vnímáme jako tóny, šumy. Tyto zvuky se mohou projevit i negativně jako obtěžující či škodlivé.

Slyšitelnost je u lidí totiž v rozmezí frekvencí od 16- 20 000 Hz. S věkem se ovšem slyšitelnost snižuje. Proto i z hlediska hlučnosti je potřeba dbát stejně jako u zraku na ochranu sluchu a pokud možno snažit se odstranit nebo minimalizovat hlučnost škodící sluchu [1,2]. O hlučnosti podrobněji v kapitole Prostředí.

## **Hmat**

Hmat neboli dotek vnímáme v místech, kde se nalézají receptory tlaku. Tyto receptory nejsou na těle rozmístěny rovnoměrně. Vnímáme skrze ně vnější podměty např.: dotek, chlad, teplo a bolest. Receptory jsou nejhustěji rozmístěny na jazyku a bříškách prstů. I z hlediska hmatu by měla být pracoviště navrhována tak aby byla zařízení a pomůcky k práci hmatově příjemná [1,2].

## **2.2 Psychologické parametry člověka**

Vedle fyzických parametrů musíme u člověka posuzovat i psychologické vlastnosti. Psychologické vlastnosti ovlivňují výkon práce a vhodnost člověka pro určité typy práce. V rámci ergonomie hrají tedy čím dál větší roli. Do psychologických parametrů řadíme:

- a) vlastnosti člověka
- b) schopnosti člověka
- c) spolehlivost člověka

Psychologické parametry člověka můžeme chápat také jako mentální omezení výkonnosti člověka. Toto mentální omezení je dáno již zmíněnými parametry, které budou dále blíže popsány [1,2].

### **a) Vlastnosti člověka**

V rámci ergonomie a navrhování vhodného pracoviště nás také zajímá, proč se lidé chovají v určité situaci jinak. Odlišné chování jednotlivých lidí je dáno i jejich temperamentem a charakterem.

Temperamentem myslíme osobnostní vlastnosti. Tyto vlastnosti nám charakterizují způsob reakcí na vnější podmínky. Temperament člověka nejčastěji dělíme na čtyři základní typy podle Hippokratova dělení dle [1]:

- Sangvinik- typ čilý, veselý, přizpůsobivý, povrchní, nedůsledný.
- Flegmatik- typ klidný, který se nenechá snadno vyvést z míry, pomalý, spolehlivý, trpělivý.
- Cholerik- typ vzrušivý, dráždivý, podnikavý, otevřený.

- Melancholik- typ velmi mírný, přecitlivělý, pesimista, pečlivý, klidný, snaživý.

Dále můžeme vlastnosti člověka rozdělit například podle známého Eyseneckova dělení na typ:

- Extrovert- zajímá se o praktické úkoly, houževnatý a realistický, optimistický, potíže s chováním ve společnosti.
- Introvert- je orientován na sebe, zabývá se vnitřním životem, citlivý, uzavřený, trpělivý, spíše pesimista.

Ať už rozdělení temperamentu člověka podle Hippokratova či Eyseneckova dělení, musíme vždy brát v úvahu, že každý jednotlivý typ temperamentu má své výhody i nevýhody. Každý člověk může své pozitivní vlastnosti pěstovat a zdokonalovat a ty negativní potlačovat.

Charakterem potom myslíme duševní vlastnosti člověka. Charakter se stejně jako temperament projevuje v jednání člověka. Poukazuje nám na to, do jaké míry jedná člověk v souladu se společenskými a mravními zásadami [1].

### **b) Schopnosti člověka**

Lidé se liší nejen fyzickými rozdíly jako např.: výškou postavy, a vlastnostmi, ale i schopnostmi. Schopnosti člověka chápeme jako predispozice (vlohy). Predispozicemi rozumíme vrozené předpoklady pro vykonávání určitých činností.

Neznamená to ale, že by schopnosti byly jasně dány vlohami. Vlohy jsou pouze předpoklady pro konání činností a můžeme je rozvíjet. Do schopností můžeme zařadit i představivost, inteligenci a kreativitu [1].

### **c) Spolehlivost člověka**

Spolehlivost jako třetí psychologický parametr člověka ovlivňuje výkon lidské práce. Tento parametr je z hlediska ergonomie důležitý stejně jako fyzické parametry. Spolehlivost člověka je schopnost plnit požadovanou práci a uložené úkoly s co nejmenší mírou selhání. Jelikož člověk není stroj, ten jen obsluhuje, může dojít u něj k selhání. Toto selhání vede k částečné nebo úplné ztrátě pracovní schopnosti.

Z vnitřních příčin může k selhání dojít příjmem informací, jejich zpracováním, provedením nebo vinou vzdělání. Vzděláním to může být např.: přiřazením člověka na pozici, pro kterou nemá vzdělání ani dostatečné znalosti.

Vnějšími příčinami pak bude technika a prostředím buď pracovním, nepracovním či přírodním.

Záměrem je zvyšování spolehlivosti člověka jak z ekonomického hlediska, tak bezpečnostního. Spolehlivost člověka hodnotíme např.: za pomoci dotazníků, pozorování, měření, nebo řízeného rozhovoru. Poté podle zjištěných hodnot a údajů se zvyšuje.

V této kapitole byly popsány fyzické a psychologické parametry ovlivňující člověka při výkonu práce. Také byla stručně popsána antropometrie a antropocentrismus, který se zabývá již zmíněnými fyzickými a psychickými omezeními člověka. V následujících kapitolách již bude popsáno prostředí a technika, jež mohou být při špatném navržení další omezující faktory při práci.



### 3. Prostředí

Prostředí je třetím důležitým faktorem při navrhování vhodného ergonomického pracoviště, jelikož vybavenost a podmínky na pracovišti ovlivňují výkon práce stejně jako fyzické nebo psychologické parametry člověka. Za nejdůležitější prvky pokládám tyto:

- d) osvětlení,
- e) hluk a vibrace
- f) zátěž,
- g) bezpečnost práce a hygiena práce.

#### a) Osvětlení

Osvětlení je důležitým prvkem při výkonu práce, jelikož intenzita a kvalita světla ovlivňují práci na pracovišti. Při špatném osvětlení se horší zrak pracovníka a to má za následek špatně vykonanou práci. Pokud zvolíme správné osvětlení, můžeme tak zvýšit kvalitu práce, psychickou pohodu pracovníků, ale zároveň můžeme snížit zrakovou unavenost. Pokud mluvíme o osvětlení, tak rozlišujeme právě 3 druhy:

- denní (přirozené),
- umělé,
- kombinované.

U denního, neboli přirozeného světla máme tu výhodu, že zdroj čili Slunce je zadarmo. Nevýhodou však je že intenzita světla se mění s ročním obdobím, během dne či vlivem počasí. Umělé světlo, i když už není zadarmo, může zajistit trvalé osvětlení pracoviště [1].

V praxi se ovšem nejčastěji využívá kombinace těchto dvou světél, jelikož je nejefektivnější. Aplikuje se tak, že v době kdy klesá intenzita přirozeného světla je automaticky zapnuto umělé světlo.

U umělého osvětlení dochází k přeměně energie ve světlo a toho může být docíleno jedině za pomoci světelného zdroje a svítidla, což je zařízení pro umělé osvětlení obsahující již zmíněný světelný zdroj[1].

Můžeme měřit i **intenzitu osvětlení**, která je důležitá pro zrakový vjem. Světlo může být totiž pro oči i nepříjemné, a to pokud je jeho intenzita příliš vysoká. Intenzita světla se tedy měří v luxech (lx). Lux určuje osvětlení plochy kdy na každý čtverečný metr, dopadá rovnoměrně rozložený světelný tok 1 lumenu.

**Světelný tok** nám označuje světelnou energii, kterou zdroj vyzáří za časovou jednotku, tzn. 1s. Světelný tok je posuzován z hlediska citlivosti oka. Základní jednotkou je lumen (lm), [10].

Intenzita osvětlení se potom vypočítá jako podíl světelného toku (lumenech) a plochy (v metrech čtverečních).

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (2)$$

Kde: **E**... intenzita osvětlení [lx]

**Φ**...světelný tok [lm]

**S**...plocha [m<sup>2</sup>]

## b) hluk a vibrace

Hlukem rozumíme zvukový jev, který je nepříjemný až škodlivý pro lidské ucho. Každé lidské ucho vnímá však zvuk jinak a proto nelze stanovit přesně definovaná hranice pro hluk. Někdo vnímá zvuk ještě jako snesitelný a někdo už jako nepříjemný. Přílišný hluk se potom projevuje na výkonu práce a produktivitě. Hluk také zhoršuje sluch, krevní oběh či nervovou činnost.

Zdravé lidské ucho vnímá zvuk o frekvenci 16- 20 000 HZ. Zvuk pod 16 Hz vnímáme jako vibrace, přesahující už však nemůžeme slyšet (ultrazvuk). Hluk lze měřit celkově na pracovišti nebo i jednotlivých pracovníků a to pomocí hlukoměrů. Hodnotíme jej jako obtěžující, rušivý a škodlivý. Obecně platí, že čím větší hluk, tím je škodlivější. Pro zabezpečení ochrany sluchu pracovníků je potřeba používat různé ochranné pomůcky jako ušní zátky, protihlukové přilby a jiné [11].

Vibracemi rozumíme mechanické otřesy, které mohou být opakované nebo neopakované. Pokud se otřesy neopakují, pak mluvíme konkrétněji o otřesech. Vibrace

stejně jako hluk mají negativní vliv na práci a tudíž je potřeba vibrace co nejvíce omezovat. Při výskytu vibrací lze používat anti vibrační rukavice, tlumící vložky aj.

### **c) zátěž**

Zátěž vzniká při každé činnosti, kterou člověk vykonává, mluvíme tedy o fyzické zátěži. Vedle fyzické zátěže také existuje psychická zátěž. Zátěž celkově rozlišujeme na rovnoměrnou a nerovnoměrnou, neboli nežádoucí. Nežádoucí zátěž vzniká přetížením nebo naopak nevytížením pracovníka.

Psychická zátěž vzniká zvyšováním využíváním výpočetní techniky. Psychická zátěž může vznikat při obtížném řešení, časovém stresu, požadavků na vysokou zodpovědnost [11, 12].

### **d) bezpečnost práce a hygiena práce**

Bezpečnost chápeme, jako stav kdy nemůže dojít k úrazu. Ovšem v praxi je celkem nemožné zajistit absolutní bezpečnost. Každý zaměstnavatel má ze zákona povinnost zajistit bezpečnost na pracovišti. A to tak že bude vyhledávat a analyzovat rizika úrazu a následně se je bude snažit odstranit. Prevencí před případnými zraněními je pravidelná kontrola strojů a nástrojů, vybavení pracovníků ochrannými pomůckami, zajistit také pravidelné školení pracovníků o bezpečnosti práce.

Hygiena práce je dle [11]: „*obor usilující o to, aby pracující člověk byl na svém pracovišti chráněn před vlivy okolí, které by jej mohly obtěžovat, nebo poškozovat jeho zdraví. K tomu jí slouží zjišťování, posuzování a vyloučení fyzikálních, chemických a biologických škodlivin a risik na pracovištích a současně i respektování okolního světa a prostředí*“. Pro zajištění hygieny práce je zaměstnavatel vybavit pracovníky ochrannými a hygienickými pomůckami.

## **4. Rozbor ergonomických požadavků**

Jelikož ergonomických požadavků je široké spektrum, práce se bude dále zabývat ergonomickými požadavky v oblasti techniky a možnostmi ergonomického navrhování pomocí počítačových programů.

Technikou obecně rozumíme vše, co využíváme k vytváření hodnot nebo uspokojování našich potřeb. V této kapitole bude uvedeno, co by měla technika splňovat z ergonomického a antropometrického hlediska pro správný výkon práce. Jelikož při špatném vybavení pracoviště klesá produktivita práce. Mezi hlavní kritéria ovlivňující výkon práce řadíme rozměrové řešení.

### **4.1 Rozměrové řešení**

Rozměrové řešení je jedno z nejdůležitějších kritérií, které musí splňovat ergonomické požadavky na techniku. Při vytváření pracovního místa je důležité vědět pohlaví a věk pracovníka, který bude na daném pracovišti pracovat, jelikož rozměry zařízení se stanovují dle průměrné velikosti postav, dále bychom se měli zaměřit na pracovní polohu u daného pracoviště. Měl by být také zajištěn dostatečný pracovní prostor a zorné podmínky pro výkon práce. Pracovní polohu můžeme rozdělit na 3 základní polohy:

- polohu ve stoje,
- v sedu,
- kombinovanou [1].

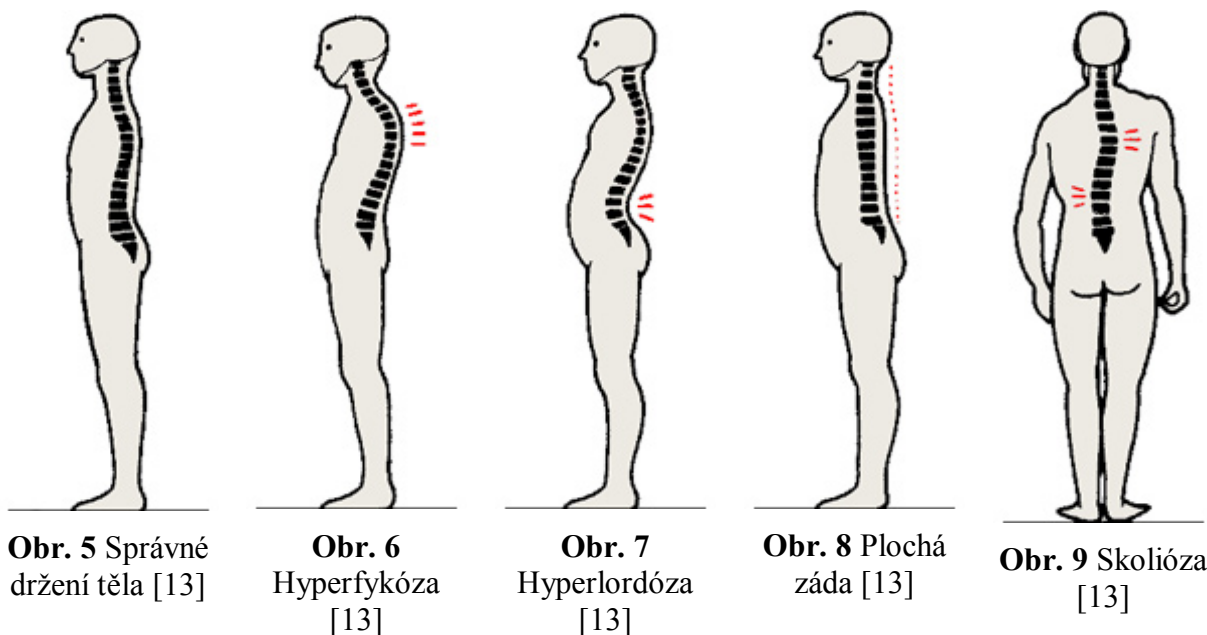
#### **a) Práce ve stoje**

Poloha ve stoje je nejčastější pracovní polohou, u které hrozí vznik pohybového systému člověka. Při práci ve stoje je důležité jak pracovník stojí, protože podstatná část váhy je přenášena na dolní končetiny, což má za následek poruchy držení těla. Nejčastějšími poruchami držení těla jsou hyperfykóza, hyperlordóza, plochá záda

a skolióza (asymetrický stoj), (obr 5- 9). Podrobněji jen k některým poruchám držení těla.

Při hyperlordóze dochází ke zkrácení ohybačů kloubů kyčelních, vzpřimovačů, dále hrozí ochabování břišních a hýžděových svalů.

U asymetrického stoje dochází k zatěžování jedné dolní končetiny a přenášení tělesné váhy právě na tuto končetinu. Důsledkem toho stoje je zešikmení postavení pánve, skoliotické držení páteře a přetěžování kloubů a vazů dolní končetiny a páteře [13].



Pokud chceme pracoviště ergonomicky vhodně vybavit, klademe důraz i na požadavky pracovní plochy. Důležitá je výška pracovní plochy, která je charakteristická pro každou práci a také se vztahuje k druhu práce, jež je na daném pracovišti vykonávána. Výška pracovní polohy nemusí být vždy stejná, jako je výška pracovního stolu.

Výška pracovní plochy se doporučuje obecně 5-10 cm pod úroveň loktů, při manuální práci 10-15 cm pod úroveň loktů a při vykonávání velmi těžkých pracích se výška doporučuje 15-40 cm pod úroveň loktů. Aby byly dodrženy antropometrické výškové rozdíly, měla by být u pracovního stolu možnost regulovatelnost výšky.

Dalšími důležitými prvky při zařizování ergonomicky vhodného pracoviště jsou zorné podmínky (př. dostatečné osvětlení), ovladače musí být umístěny v optimálních

dosahových oblastech, to znamená, že při opakovaných úchopech by neměla být překročena polovina vzdálenosti mezi ramenem a konečky prstů. Vhodné je zajistit případná závěsná zařízení u pracoviště. Pokud se na pracovišti vyskytují pedály obsluhované nohama, měly by být tyto pedály dostatečně nízké a široké [12].

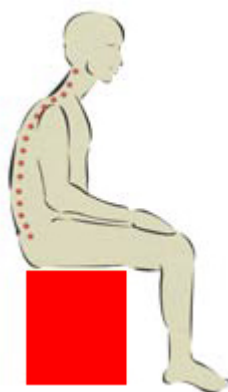
### b) Práce v sedu

V posledních letech se rozšiřuje práce v sedu kvůli rostoucímu využívání výpočetní techniky. Při práci v sedu vzniká nedostatečná pohybová aktivita a ta má za následek obezitu, cukrovku či různé srdeční vady. Sezení má největší vliv na pohybový systém, zejména pak na páteř. Při sezení (obr. 10) se pánev sklápí dopředu a v oblasti hrudní páteře se páteř vyklání dozadu. Nejčastějším problémem u sezení je tzv. uvolněné sezení, které zapříčiňuje kulatá záda [11].

Při nesprávném sezení (obr. 11) se také zvyšuje tlak na meziobratlové ploténky bederní páteře, což může vést u dlouhodobého sezení s kulatými zády až k vyhřeznutí ploténky. Dalšími negativními vlivy nesprávného sezení jsou bolesti zad, hlavy, kolen, zhoršené dýchání. Proto se doporučuje měnit polohy sezení. Polohy lze měnit i pomocí ergonomicky upraveného sedadla [14].



**Obr. 10** Správné sezení  
[14]



**Obr. 11** Nesprávné sezení [14]

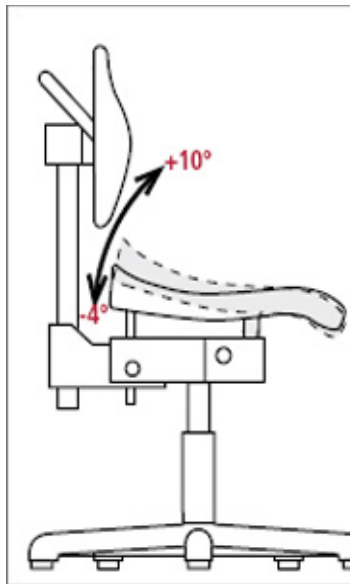
Sedadlo by mělo respektovat antropometrické parametry každého člověka. Mělo by zajišťovat stabilitu, být bezpečné a ovladače pro potřeby nastavení výšky, sklonu opěradla aj. by měli být umístěny v dosahových zónách. U sedadla platí, že čím více ovladačů pro nastavení, tím lépe. Mezi základní prvky nastavení, které má sedadlo

obsahovat patří nastavitelná výška a šířka sedací plochy, hloubky a sklon sedací plochy (obr. 12), [14,11].

Dalšími požadavky jsou, aby byla přední hrana sedadla zaoblená. Sedací plocha by měla být také tvarována tak, aby bylo zabráněno sjíždění trupu dopředu. Zádová opěra by neměla přesahovat přes ramena. Důležitou součástí sedadla jsou i loketní opěrky, které slouží k podepření horních končetin a ke snížení zátěže krční páteře, dále také usnadňují vstávání a sedání Na obrázku níže (obr. 13) vidíme ukázkou ergonomicky tvarované židle.

Důležitými ovlivňujícími prvky při sezení jsou i zorné podmínky (při nedostačujícím osvětlení bude člověk sedět nesprávně i na vhodném sedadle) a prostor pod sedadlem (umožňuje občasné natažení dolních končetin), [14,11].

Samozřejmě při výběru sedadla musí být zohledněny požadavky osoby, která bude toto zařízení využívat každý den. Často se stává, že ergonomicky navržená židle může být pro danou osobu nevyhovující, nestabilní. A jedinou výhodou u této židle pak shledává, že má nastavitelnou velikost. Tudíž při volbě mezi ergonomickým sedadlem a klasickým si raději zvolí klasické sedadlo.



**Obr. 12** Nastavení sklonu sedací plochy [15]



**Obr. 13** Ergonomicky tvarovaná židle [13]

Při porovnání práce v sedu a ve stoje je výhodnější práce v sedu, především proto, že je méně energeticky náročná, ovšem i práce ve stoje má své výhody. Hlavní

nevýhodou práce ve stoje jsou zdravotní následky. Porovnání práce ve stoje a v sedu je vidět v tabulce 1.

**Tab. 1** Porovnání výhod práce v sedu a ve stoje [1]

Výhody sedu	Výhody stoje
menší energetická náročnost jemnější a přesnější pohyby odlehčení nohou využití nohou k práci lepší soustředění odpočinek při mikropauze	možnost střídání poloh větší dosah končetin větší síla větší bdělost možnost rychlého pohybu pružnější střídání pracovišť

### c) Práce v sedu i stoje



**Obr. 14** speciální sedadlo [13]

U některých pracovních úkonů lze práci v sedu a ve stoje střídát. Toto střídání by se dalo považovat za neoptimálnější polohu. Při této práci je vhodné vybavit pracoviště speciálními sedadly se zvýšenou sedací plochou (obr. 14), kde je i možnost opření dolních končetin. Stejně jako u jiných sedadel by i tato měla mít nastavitelnou výšku v rozmezí od 75- 100 cm [12].

Jak už bylo výše zmíněno, ne vše co je s dobrým úmyslem ergonomicky vytvořeno, musí vyhovovat široké populaci. Jedné skupině může vyhovovat více práce v sedu, jiné zase práce ve stoje či kombinace těch dvou. Jednotlivé možnosti práce ale i jejich výhody a nevýhody lze zjistit pomocí softwarových programů, zabývajících se ergonomií. O těchto softwarových programech bude pojednáno v dalších kapitolách s následným zaměřením na pouze jeden z těchto programů.



## 5 Software pro ergonomii

Každé pracoviště by mělo být navrženo tak aby ergonomicky a antropometricky splňovalo veškeré požadavky. I přes to, že je dnes na trhu řada programů, stále je mnoho produktů, které nesplňují tyto podmínky, a člověk se musí přizpůsobit technice. Ovšem jak již bylo dříve v této práci zmíněno, technika by měla respektovat limity člověka.

Pokud se nebude navrhovat technika zohledňující limity uživatele, hrozí nejen nižší produktivita práce, ale také zvýšení riziko úrazovosti. Nejrozumnějším řešením je tedy navrhovat ergonomicky vyhovující techniku pomocí počítačových simulací. Programů s počítačovou simulací s ergonomickými komponenty v dnešní době přibývá a mělo by se jich více využívat. Tyto programy se zaměřují na snímání lidského těla a simulaci pohybu v různých situacích [3,16].

Mezi nejznámější programy řadíme Jack (f. Siemens), CATIA V5R19 (f. Dassault Systèmes) a DELMIA (f. Dassault Systèmes). Všechny tyto tři programy mají hodně společného, především navrhování pracoviště pomocí simulace virtuálních postav. V této práci budu už jen dále podrobněji popisovat program CATIA V5 R19.

### 5.1 Charakteristika virtuálních postav

Virtuální postava (obr. 15) je trojrozměrný počítačový model lidského těla, tzv. počítačové figuríny. Na výběr je v programech mnoho typů figurín. U figurín je možno manipulovat s klouby, či figurínu rozpohybovat. Ve virtuálním světě je pohyb s klouby možný vždy do takového úhlu, který dovoluje člověku i v reálném světě pohyb. Figurína v programu CATIA V5R19 je tvořena 148 stupni volnosti.

Hlavním cílem těchto programů s digitálními figurínami je poskytnout ergonomickou analýzu a možnost přizpůsobení navrhovaných výrobků člověku. Figuríny lze upravovat do různých velikostí, lze měnit i pohlaví. Tyto možnosti jsou užitečné při navrhování výrobku, tak aby vyhovoval různým osobám.



**Obr. 15** Virtuální postava

Jednou z možností simulace lidí v PC je metoda motion capture. Tato metoda spočívá v jednoduchém ale velmi detailním zaznamenání pohybu zkoumaného objektu a přenesení těchto pohybů přímo na digitální model. Tuto metodu využívají filmová studia, zdravotnictví a rozšiřuje se i do mnoha dalších odvětví [3].

## 5.2 Vývoj programu CATIA

Jak už bylo v předchozí kapitole řečeno, program CATIA V5 je produkt firmy francouzské společnosti Dassault Systèmes, dříve Dassault Aviation. Program vznikl na konci sedmdesátých let minulého století. Jeho hlavním úkolem v té době bylo podporovat návrh letadel z produkce této firmy. Název CATIA vznikl spojením úvodních písmen **C**omputer-**g**raphics **A**ided **T**hree **D**imensional **I**nteractive **A**pplication. CATIA je multi platformní PLM/CAD/CAM/CAE software.

Tento program je historicky prvním a dodnes nejúspěšnějším programem pro návrh 3D výrobku. CATIA jako první produkt na trhu podporuje trend digitálního prototypu výrobku (Digital Mock-Up), digitální továrny (Digital Manufacturing), řízení procesů a dokumentace o výrobku v průběhu celého životního cyklu výrobku (tzv. PLM - Product Lifecycle Management), [17].

V současné době nabízí firma Dassault Systèmes tři linie programu CATIA : CATIA V4, CATIA V5 a CATIA V6. Všechny tyto tři varianty programu nabízí nástroje vhodné pro ty nejmenší podniky až po koncerny v různých průmyslových odvětvích. Podniky využívající produkty této francouzské firmy mohou pokrýt kompletní životní cyklus výrobku od jeho návrhu přes konstrukci, simulaci až po tvorbu dokumentace.

Hlavními oblastmi použití programu CATIA V5 jsou letecký (*Boeing, Antonov*), lodní (*Beneteau Group*) a automobilový průmysl (*BMW, Škoda*), energetický průmysl (*Škoda Power*), dále průmysl spotřebního zboží a energetiky (*Electrolux, Konica Minolta, Adidas*) a v neposlední řadě se tento program uplatní ve všech odvětvích strojírenského průmyslu, od výrobců těžkých hutních zařízení, až k textilním, stavebním a papírenským výrobcům (*Sanyo machine Works, Minerva*), [17]. V dalších kapitolách se bude tato práce zabývat pouze verzí CATIA V5R19 [17].

### 5.3 Program CATIA V5R19

Program CATIA V5R19 se skládá z nástrojů, které jak už bylo řečeno v kapitole 5.1 Vývoj programu CATIA, umožňují jedinečné řešení vývoje produktu. Propojuje tvorbu návrhu a modelování, dále umožňuje simulaci 3D výrobků, nebo převod 2D modelů do 3D. CATIA V5 plně pokrývá celý proces od návrhu a upřesňování výrobku, až po přípravu výroby. Do program CATIA V5R19 patří tyto moduly [18]:

- **Mechanical Design Solution- Mechanická konstrukce**

3D objemové modelování (Part Design), tvorba a práce se sestavami, tvorba výkresů.

- **Shape Design & Styling Solution- Tvarování a styling**

Produkty pro vytváření, řízení a modifikace jednoduchých i složitých ploch

- **Product Synthesis- Syntéza produktu**

Určeno pro virtuální analýzu a hodnocení funkčnosti komplexního průmyslového výrobku během celého jeho životního cyklu.

- **Equipment and System Engineering Solution- Vnitřní zařízení a systémy**

Produkty pro návrhy elektrických zařízení, kabelových svazků a rozvodů.

- **Analysis Solution- Inženýrské analýzy**

Předběžné posouzení správnosti navržené konstrukce konstruktérem a zajišťují rychle dostupnou informaci o stabilitě konstrukce přímo při jejím vzniku.

- **Machining- NC obrábění**

Možnost návrhu a nastavení obrábění (soustružení, frézování aj.).

- **Infrastructure Solution- Infrastruktura systému**

Zahrnuje převodníky mezi CATIA V5 a dalšími standardními formáty, umožňuje výměnu dat s předchozí verzí CATIA V4.

- **Ergonomic design and analysis- Ergonomický návrh a analýza**

Nástroj se skládá ze čtyř základních modulů, které umožňují uživateli návrh a úpravu modelu člověka. Více k tomuto nástroji v dalších kapitolách.

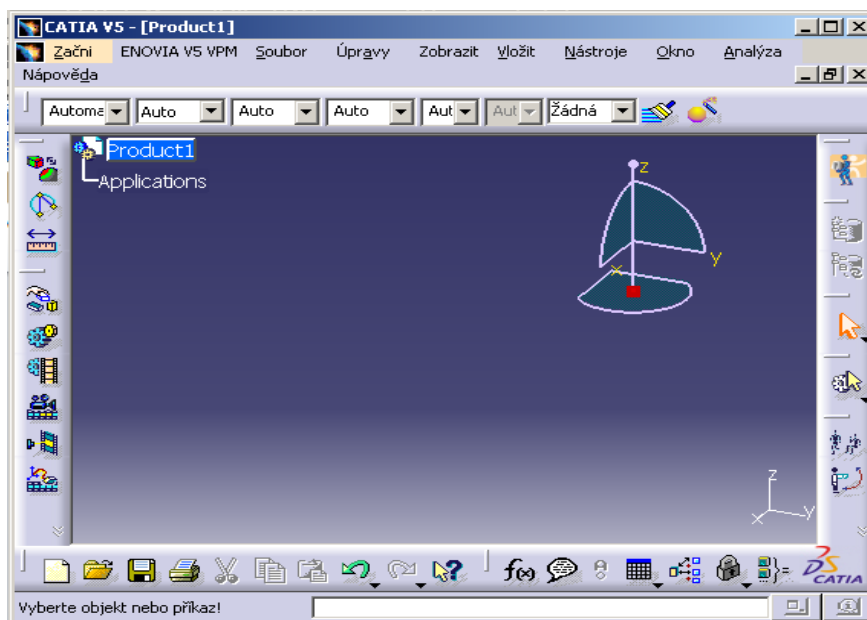
## 6. Programový modul „Ergonomický návrh a analýza“

Tento modul je komplexním nástrojem pro provádění ergonomických studií v rámci vývoje ergonomie. Umožňuje nám využít všech moderních poznatků o ergonomii, již v počátku vývoje a návrhu pracoviště za pomoci studia a simulace ergonomických vlastností virtuální postavy.

Modul „Ergonomický návrh a analýza“ má široké pole využití. Využívá se např. při konstrukci automobilů, ergonomické optimalizaci pracovišť či kancelářských prostor, umožňuje také analyzovat možnost rozebiratelnosti výrobků s ohledem na lidskou obsluhu [19].

Modul „Ergonomický návrh a analýza“ se skládá ze 4 dalších modulů, jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole. V těchto modulech můžeme pracovat v hlavním pracovním okně, které je vidět na (obr. 16). Do těchto 4 modulů řadíme:

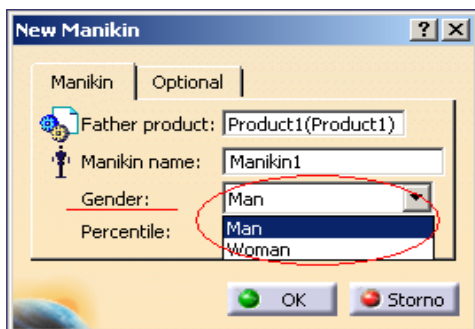
- **měření parametrů lidského těla** (human measurements editor),
- **analýza lidské činnosti** (human activity analysis),
- **stavba lidského těla** (human builder),
- **analýza držení těla** (human posture analysis).



**Obr. 16** Pracovní okno

Při práci v pracovním okně musíme vždy dbát na to, aby byl v levém horním rohu toho okna aktivní příslušný produkt. V opačném případě se může stát, že program nebude fungovat tak jak má.

Před samotným začátkem práce musíme v modulu „Ergonomický návrh a analýza“ musíme vytvořit virtuální figuríny. Tu vytvoříme spuštěním kteréhokoli modulu v ergonomické části, záleží na tom,



**Obr. 17** New Manikin- Manikin

ve kterém modulu chceme pracovat. Poté se nám objeví tabulka „New Manikin“, (obr. 17). Zde se nastaví jméno, pohlaví (muž, žena) jak je vidět na již zmíněném, dále percentil a nesmíme zapomenout vybrat otce produktu (Father product). Ten se musí shodovat s produktem

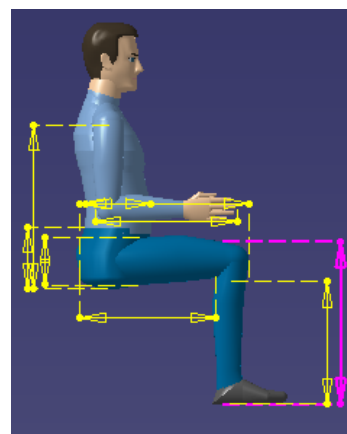
v levém horním rohu pracovního okna, jak bylo řečeno v předchozí kapitole. Jinak se nová figurína nevytvoří. Lze nastavit i populaci (Američan, Kanadčan, Francouz, Japonec, Korejec), dále se určí, zda chceme zobrazit celé tělo nebo jen pravé/ levé předloktí a nakonec můžeme zvolit referenční bod (což je bod ve kterém je figurína umístěna) [20].

## 6.1 Měření parametrů lidského těla ( Human measurements editor)

V tomto modulu nalezneme funkci pro editaci antropometrických parametrů. Pomocí editace je možno změnit jednotlivé parametry. V (tab. 2) vidíme znázorněny některé parametry, které lze změnit v sedu a ve stoje. Parametry lze změnit, pokud přepneme automatické nastavení na manuální, poté lze nastavit, zda figurína stojí nebo sedí.

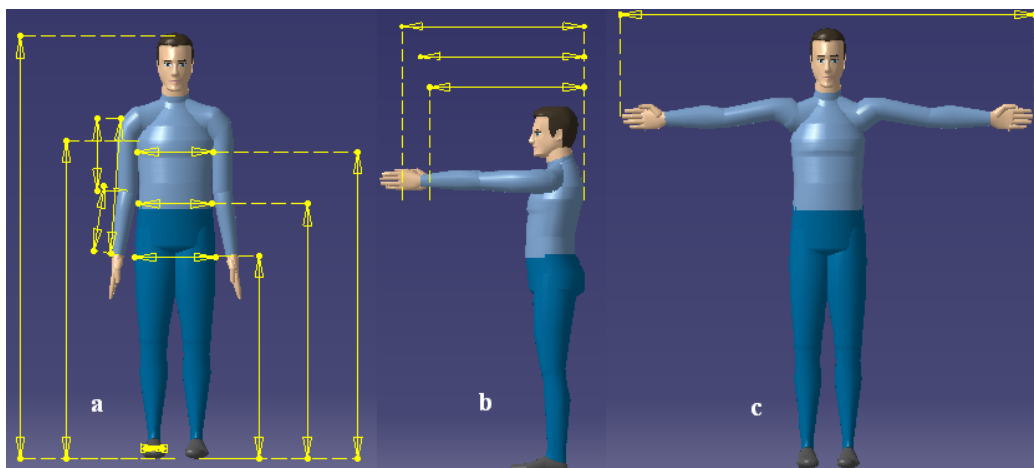
**Tab. 2** Výběr možných změn antropometrických parametrů

Parametry ve stoje	výška postavy po ramena délka chodidla hloubka pasu hmotnost
Parametry v sedu	výška páteře v sedu délka sedu výška sedu (obr. 18) hmotnost



**Obr. 18** Výška sedu

Pokud nám v průběhu práce nevyhovuje pohlaví či populace můžeme to změnit pomocí ikon. Dále můžeme v tomto modulu změnit postoj virtuální figuríny. Na výběr máme 3 možnosti (obr. 19), (stoj, dosah a rozpětí). Podrobnější návod je k nahlédnutí v příloze č. 1.



**Obr. 19** Postoj virtuální figuríny- a) stoj, b) dosah, c) rozpětí

## 6.2 Analýza lidské činnosti (human activity analysis)

Modul „Analýza lidské činnosti“ umožňuje zjistit vzájemné působení mezi virtuální osobou a objektem, což je cenné jak pro konstrukci např. zařízení, tak i pro ergonomu, z důvodu umožnění maximalizace pohodlí pracovníka. Důležitými prvky v tomto modulu jsou analýzy, pomocí kterých lze přesně předpovídat lidský výkon s ohledem na ergonomii práce. Ergonomickými analýzami v tomto modulu jsou:

- analýza na zvedání, pokládání a přenášení využívající poznatky analýzy NIOSH 81 a 91,
- vyhodnocování úkolů na tah a tlak fungující na základě SNOOK a CIRIELLO analýz,
- analýza RULA (rapid upper limb assessment) pro znázornění zatížení horních končetin.

Tyto analýzy se uplatňují zejména pro činnosti vyžadující ruční manipulaci s břemeny, která je spojena s rizikem poškození páteře. Pracoviště musí být upraveno tak, aby byla tato rizika snížena. To znamená, že pracoviště musí být vybaveno

o příslušné prostředky omezující riziko při ruční manipulaci s těmito břemeny. Dle [21] známe hraniční hodnoty pro zvedání břemen dle směrnice č. 90/269/ES:

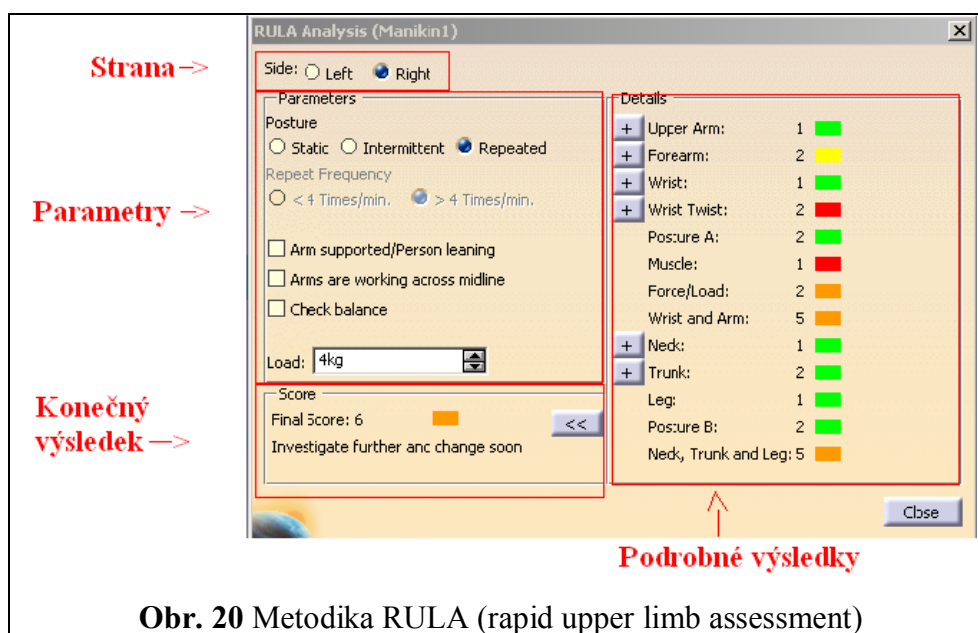
- 30 kg pro dospělé muže,
- 20 kg pro dospělé ženy,
- 20 kg pro mladistvé muže,
- 15 kg pro mladistvé ženy.

Při hodnocení jednotlivých pozic je velice důležitá metodika RULA (rapid upper limb assessment), (obr. 20), Tato analýza stanovuje stupeň ergonomického zatížení spojeného s horními končetinami. Po aktivování analýzy se pro samotné hodnocení zadává strana, která bude hodnocena, dále pozice (statická, přerušovaná, opakovaná), četnost opakování a zatížení (v kg.)

Výsledkem je konečný přehled v barevném kódu (tab. 3), od 2 do 7. Konečný přehled se může v barevném kódu měnit podle velikosti zatížení té které části.

**Tab. 3** Konečný přehled v barevném kódu [20]

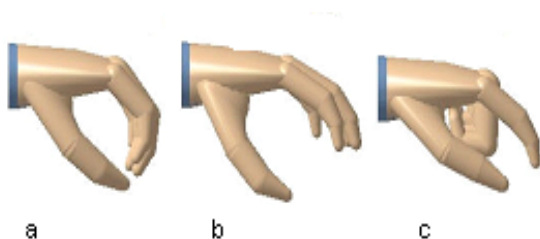
Konečný	
2	ukazuje, že postoj je přijatelný
3 - 4	ukazuje, že by měli být vyšetřeni a provedeny změny.
4 - 5	uvádí, že by se měli vyšetřit a provést změny brzy.
6 - 7	uvádí, že by měly být prošetřeny a provedeny změny okamžitě.



### 6.3 Stavba lidského těla (human builder)

Tento modul je doplňující k modulu „Měření parametrů lidského těla“. Můžeme upravovat a měnit zobrazení figuríny, či zobrazit těžiště a nastavit vidění figuríny. U vidění figuríny je možnost 5 typů zobrazení: ambinokulární, binokulární, monokulární vlevo a vpravo, stereo. Další funkce umožňují manipulovat s celou páteří, nebo jen s bederní či hrudní částí, přičemž pozice jsou předem nadefinované.

Do těchto pozic řadíme sezení, přisednutí, sklonění, otočení, naklonění, pozice rukou pro uchopení (obr. 21 a, b, c.), nastavení lokte. Na (obr. 22) je vidět pozice sezení, u které jde nastavit hloubka sedu. Podobně lze měnit parametry u všech výše zmíněných pozic. Dále nám modul umožňuje nastavit pohyb jednotlivých částí virtuálního těla pomocí jejich stupňů volnosti.



**Obr. 21** Pozice rukou pro uchopení-a) válcové, b) kulové, c) špetkové



**Obr. 22** Pozice sedu

Každý typ stupně volnosti má své specifické možnosti pohybů (tab. 2), na (obr. 23) vidíme osy, po kterých můžeme konat pohyb. Jednou z možností je i vybrat určitou část figuríny (např. ruku) u které chceme změnit polohu. Nově vytvořený pohyb lze i zcela vyrušit pokud ve výsledku nevyhovuje [20].



**Tab. 4** Vybrané možnosti pohybů [20]

DOF	Typ pohybu	osa
Ohnutí (flexe)	ohnutí	příčná
prodloužení (extenze)	prodloužení dané části těla	
Upažení (abdukace)	pohyb ruky pod určitým úhlem	předozadní
Připažení (addukace)	upažení, radiální odchylka	
střední rotace (medial rotation)	rotace předloktí-supinace (dlaň dopředu, hřbet ruky dozadu)	podélná
boční rotace (lateral rotation)	rotace předloktí-pronace (dlaň dozadu, hřbet ruky dopředu)	

The diagram illustrates a 3D coordinate system for a human torso. A male figure is shown from the waist up, facing slightly to the left. Three axes are defined: 1. Podélná osa (Longitudinal axis) is a black arrow pointing vertically upwards from the head. 2. Předozadní osa (Anterior-posterior axis) is a red arrow pointing diagonally forward and to the right from the chest. 3. Příčná osa (Medio-lateral axis) is a blue arrow pointing diagonally backward and to the right from the chest. The axes are labeled with text and arrows pointing to their respective directions.

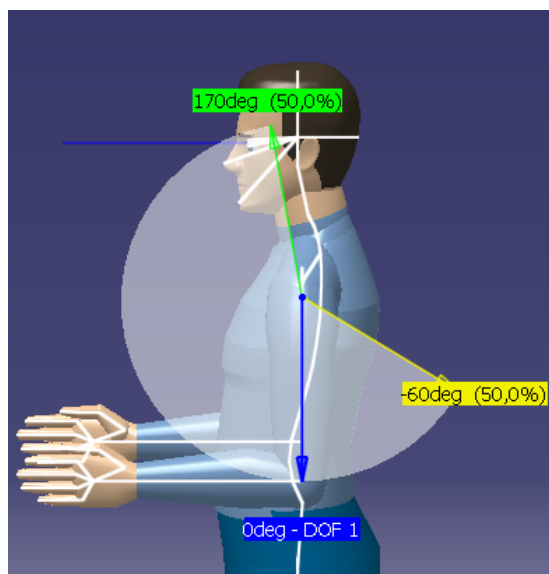
**Obr. 23** Osy [20]

## 6.4 Analýza držení těla (human posture analysis)

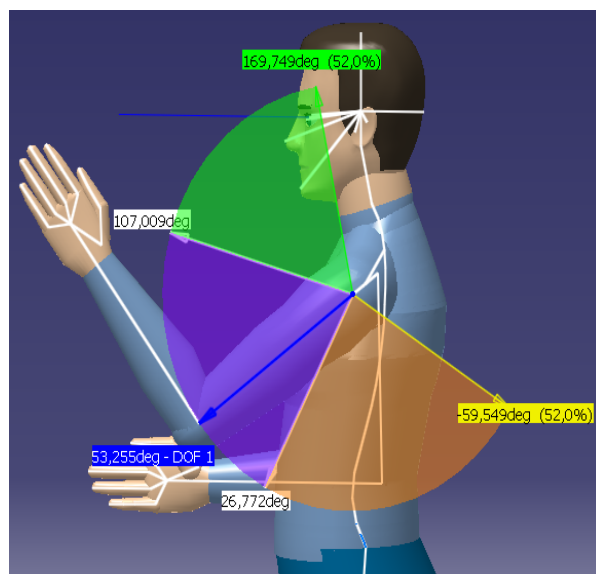
Poslední modul v ergonomické části programu CATIA V5R19 je „Analýza držení těla“. Modul se zaměřuje na to, jak mohou člověka ovlivnit polohy těla při plnění úkolů. Umožňuje uživatelům kvantitativně i kvalitativně analyzovat všechny aspekty držení těla virtuální figuríny.

Celé tělo ale i lokalizované postoje mohou být přezkoumány a optimalizovány pro stanovení komfortu a výkonu v celém rozsahu pohybů v souladu s nabízenými možnostmi pohodlí. Polohové informace jsou určeny pro všechny části figuríny. Rozsah pohybu lze v jednotlivých částech figuríny měnit dle potřeby. Pohyb můžeme zkoumat s přihlédnutím na aktivní DOF z hlediska celkového pohybu (obr. 24) nebo rozděleného na jednotlivé segmenty (obr. 25), u kterých můžeme změnit i barvu pro výhodnější přehlednost.

Dále je možno nastavit procento populace, které bude schopno těchto pohybů. Standardně je omezení nastaveno na 50 % populace. Pokud se ovšem nastaví na 80% populace, znamená to, že se zvýší procento populace, které bude schopno dosáhnout těchto limitů. V tomto modulu lze i zablokovat některé možnosti pohybu stupňů volnosti, či zcela odstranit omezení úhlového pohybu.



**Obr. 24** Celkový pohyb



**Obr. 25** Pohyb rozdělený na segmenty

## 7. Řešení pracoviště pomocí softwaru CATIA V5R19

Jak už bylo v dřívějších kapitolách řečeno, vybavení pracoviště by mělo brát ohled na ergonomii a antropometrické parametry člověka. Jelikož problém vybavení pracoviště je rozsáhlý z hlediska mnoha oborů, práce se bude nadále zaměřovat na možnou aplikaci programu CATIA V5R19 při řešení konkrétního pracoviště. Bylo zvoleno pracoviště v šicí dílně. Vzhledem k tomu, že práce se zabývá pouze možnostmi aplikací jednoho modulu, budou v této kapitole popsány zejména omezující prvky lidského těla na konkrétním pracovišti.

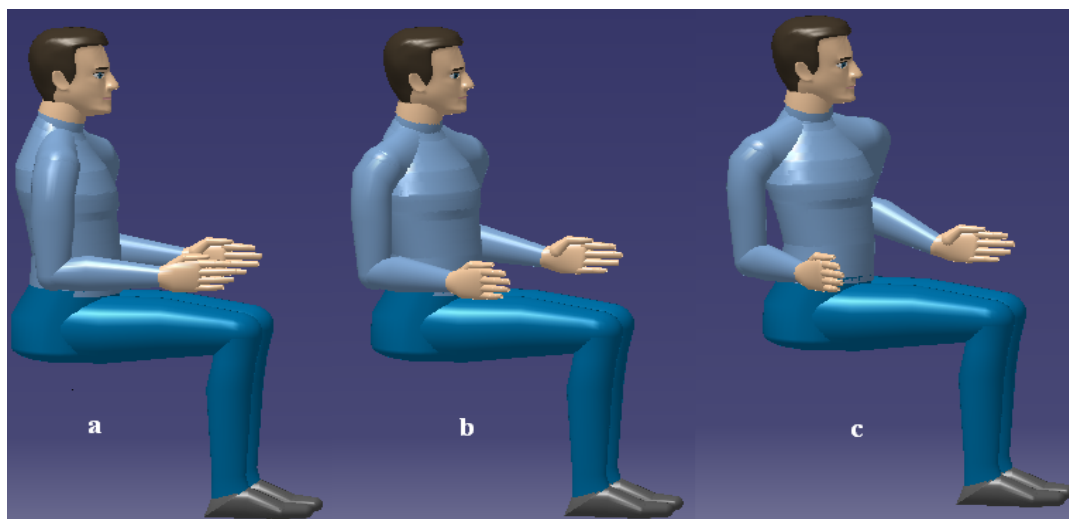
Každá šicí dílna je vybavena poněkud odlišnými stroji, záleží to na tom, co firma vyrábí. Pokud se jedná o konfekční výrobu, nalezi bychom na pracovišti jistě řadu šicích strojů, děrovačku a obšíváčku knoflíkových dírek, vozíky či dopravníky, figuríny, sedadla, pracovní stoly či odkládací prostory pro pracovníky aj.

Pokud se pak zaměříme na konkrétní šicí jednotku na šicí dílně, nalezi bychom zde jako nejdůležitější části průmyslový šicí stroj a sedadlo, dále např. závěsný dopravník nebo přepravní vozík na přepravu jednotlivých dílů oděvu od jednoho pracovního místa k druhému a další odkládací zařízení (drátěné košíky apod.). Z tohoto popsaní plyne, že pokud by na pracovišti byly zavedeny přepravní vozíky, jednalo by se pravděpodobně o pracovní polohu kombinovanou, čili práce převážně v sedu, ale i ve stoje (s chůzí). Tato pracovní poloha by se tedy mohla jevit jako neoptimálnější, vzhledem ke střídání pracovních pozic. Ovšem musíme se podrobněji zaměřit na jednotlivé pracovní polohy.

### 7.1 Pracovní poloha vsedě

V programu CATIA V5R19 lze pomocí virtuální postavy nastavit při řešení pracovní polohy vsedě jeho optimální výšku, při čemž na (obr. 26) můžeme vidět 3 pozice vsedě:

- maximální možnou polohu,
- optimální polohu,
- minimální polohu.

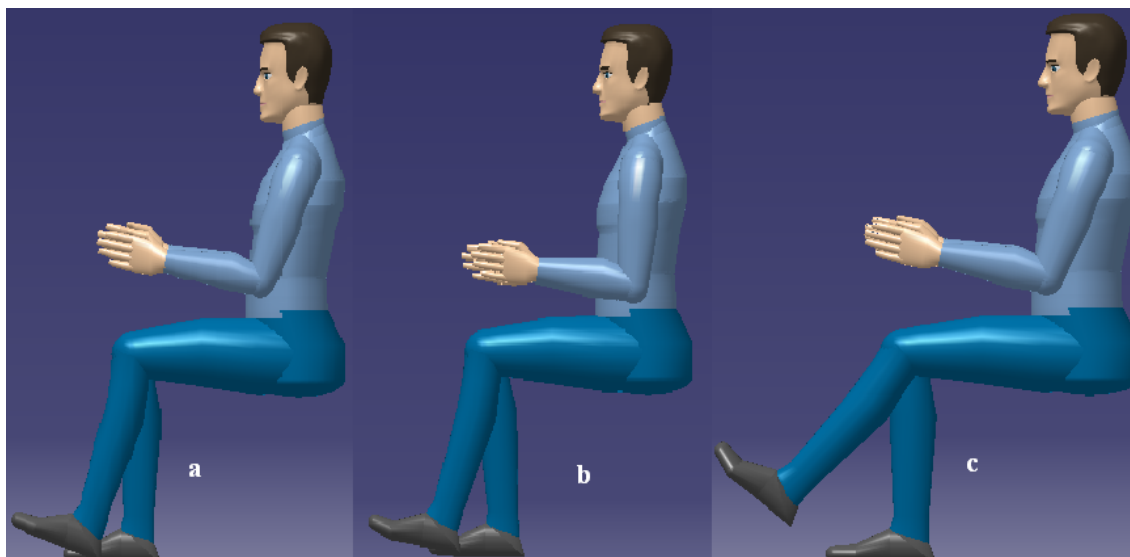


**Obr. 26** Otočení trupu- a) výchozí poloha b) otočení o 50° c) otočení o max. 76°

Kromě výšky sedu je dalším nejdůležitějším omezujícím prvkem u této pracovní polohy antropometrické omezení při pohybu trupu do stran (nastává např. v případě, pokud se pracovníce potřebuje natočit a vzít si materiál z přídatného košíku). Program CATIA V5R19 umožňuje nastavit u virtuální postavy otáčení trupu do stran do takových úhlů jako v reálném světě. Pracovníci tady omezuje možnost otočení o libovolný úhel. Člověk je schopen se otočit (obr. 27) do boku v přirozené poloze jen 76 °. Z tohoto důvodu by přídatná zařízení neměla být umístěna mimo možný přirozený dosah. Pracovníci by se pak musela nepřírozeně otáčet, naklánět či zbytečně vstávat, aby na zařízení dosáhla. Přičemž náklon je vždy možný také jen do určitého úhlu. Těmito pohyby navíc by pracovníci vznikaly i časové prodlevy v práci.

Nejideálněji by měla být veškerá přídatná zařízení u průmyslového šicího stroje umístěna v jejím dosahu, což nelze zcela optimálně vyřešit, jelikož u daného pracoviště se mohou pracovníci střídát a každá má jiné velikostní rozměry. Tudíž by měla být možnost změny nastavení přídatných zařízení dle potřeby jednotlivé pracovníce.

Dalším ovlivňujícím parametrem je poloha pedálů na ovládání šicího stroje. Tyto pedály by měli být umístěny v poloze, kdy pracovníce bude mít optimálně pokrčené dolní končetiny, tzn., že dolní končetiny se nebudou nepřírozeně či nepohodlně krčit, ani se pracovníci s nimi nebude na pedály zbytečně natahovat. Pokrčení nohou a sešlápnutí „pedálů“ je vidět na (obr. 27).



**Obr. 27** Dolní končetiny- a) optimální pokrčení b) sešlápnutí pedálu c) nesprávné pokrčení

Na pracovišti by také mělo být dostačující osvětlení. Pokud v místnosti není dostatečný přístup přirozeného světla v kombinaci s umělým, měla by být jednotlivá pracoviště vybavena přídavnými světly. Zejména ty pracoviště, u kterých je kladen velký nápor na oči pracovníků (pracoviště se šicími stroji aj.)

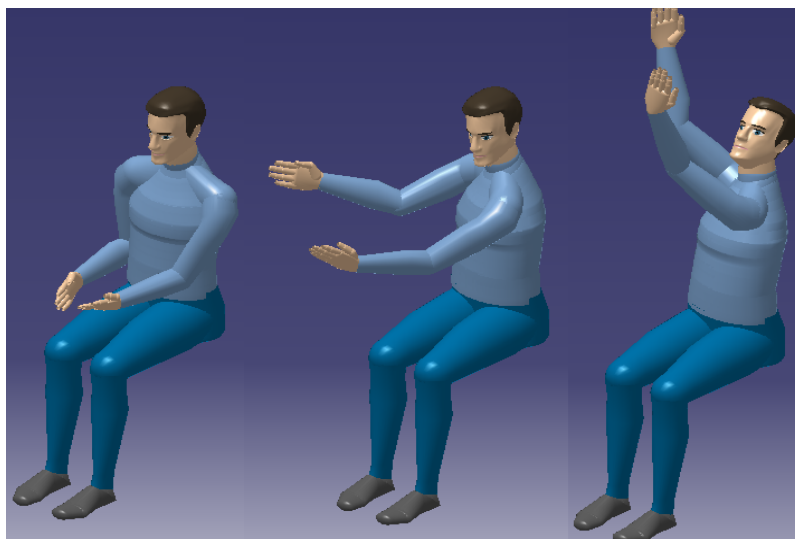
Jelikož výška průmyslového šicího stolu je převážně ca 76 cm, bylo by vhodné vybavit pracoviště ergonomickým průmyslovým sedadlem. Toto sedadlo umožňuje, jak již bylo řečeno v předchozích kapitolách nastavit výšku sedadla, či sklopení opěrky aj. Ergonomické průmyslové sedadlo je vybaveno protiskluznými kolečky. Jednotlivé pracovnice by si mohli díky tomuto sedadlu nastavit potřebnou výšku tak, aby dosáhly na pedály šicího stroje, aniž by docházelo k brzkým komplikacím při práci v důsledku nesprávného sezení a dosahu na pedály.

V případě, že posun materiálu po pracovišti je realizován pomocí závěsného dopravníku, bude důležitým parametrem výška jeho umístění z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Pokud by nebyla dodržena výška umístění, mohlo by docházet k úrazům v případě, že by byl dopravník umístěn nízko od podlahy. V opačném případě, kdy by byl dopravník umístěn příliš vysoko od podlahy, by docházelo k brždění práce, z důvodu obtížného umístění materiálu na dopravník. Standardní výška dopravníků od podlahy je ca 190-195 cm. Posun materiálu na dopravníku je konán ručním posunem.

Při realizaci posunu materiálů pomocí přepravních vozíků bude pracovnice konat pohyb ze sedu do stoje s chůzí. Jednalo by se o pár kroků, kdy musí přenést

materiál od pracoviště a položit jej na přepravní vozík, případně materiál na přepravním vozíku převést k dalšímu pracovišti. Zde je také důležitá výška a typ přepravního vozíků.

Z hlediska praktičnosti a produktivity práce je však výhodnější používat co nejvíce závěsné dopravníky. U dopravníků totiž pracovníce ve velkém případě nemusí zavěšený materiál sundávat. Pracovní místo je totiž v šicích dílnách vyvýšeno o přibližně 30 cm. Díky tomuto vyvýšení se pracovníce dostane do optimální polohy, kdy může z pozice v sedu lehce dosáhnout na materiál na dopravníku a dále s ním pracovat aniž by ho musela sundávat z tohoto dopravníku. Pracovníce by při manipulaci s materiálem na dopravníku konala pravděpodobně pohyby (obr. 28) otočení trupu s mírným zahnutím v celé zádové oblasti směrem dozadu se zvednutím rukou. Další možné pohyby při práci vsedě jsou vidět v příloze č. 3.



**Obr. 28** Pohyby při manipulaci s materiálem na dopravníku

Závěsných dopravníků však nelze využívat ve všech případech a tak se i nadále budou vyskytovat dopravní vozíky. Pokud bude pracovníce pracovat na místě s dopravníkem a tudíž bude celou směnu při práci sedět, měl by jí být umožněn dostatek krátkých přestávek (do 5 minut) s jednou či dvěma dlouhými přestávkami za směnu, aby měla pracovníce možnost změnit polohu v sedu za polohu v stoje, respektive v chůzi, která je vidět v příloze č. 2.

Možností by také bylo po určité časové době vyměnit pracovníce na pracovních pozicích pouze v sedu a ve stoje. Ovšem tato změna nelze praktikovat u všech pracovníků. Lze praktikovat jen u pracovníků, kterým nevadí změna. Dostatečným počtem přestávek či výměnou pracovního místa se zmírní zdravotní následky neustálé

pracovní polohy v sedu (ve stoje), jelikož ani ergonomické sedadlo není vše, pokud na něm nebudeme umět sedět.

Při řešení a navrhování pracoviště v programu CATIA V5R19 by se vybrané pracoviště dalo navrhnout v tomto programu kompletní s následnou aplikací virtuální postavy přímo do něj. Ovšem tato práce se zabývala pouze možnostmi modulu „*Ergonomický návrh a analýza*“, tudíž byly naznačeny jen základní možné pohyby v tomto pracovišti.

## **Závěr**

Cílem bakalářské práce bylo nejprve vysvětlit důležitost ergonomie jako takové a najít aspekty, které ovlivňují a působí v systému člověk-prostředí-technika. Zmíněné ovlivňující aspekty můžeme rozdělit a vnější a vnitřní. Do vnitřních řadíme jak fyzické, tak psychické faktory. Fyzické faktory mají v ergonomii význam z hlediska zkoumání lidských maximálních hranic pohybu, zatímco psychické faktory hrají v tomto oboru důležitou roli z hlediska psychické pohody a tím vyšší výkonnosti produktivity práce. Mezi vnější aspekty pak řadíme vliv prostředí a celkové požadavky na techniku. Dále do vnějších aspektů patří rozměrové řešení pracoviště a možné pracovní polohy. K nejdůležitějším a neaplikovanějším pracovním polohám řadíme polohu vsedě, ve stoje a kombinaci těchto dvou poloh.

Dalším cílem této bakalářské práce bylo poukázat na možnosti využití programu CATIA. Pro zpracování bakalářské práce byla zvolena verze programu CATIA V5R19. Nejprve byl program charakterizován jako celek a dále se již práce zaměřovala čistě na modul „Ergonomický návrh a analýza“ s následnými ukázkami využití programu při řešení konkrétního vybraného pracoviště. Bylo zvoleno pracoviště na šicí dílně (pracoviště se šicím strojem). Bylo poukázáno na ovlivňující faktory na tomto pracovišti, ale i na faktory ohrožující práci na tomto pracovišti, zejména pracovní výkon. Ten je ohrožen při špatném navržení pracoviště, či nedodržení podmínek správného vytvořeného pracoviště.

V práci byly vzhledem k řešení daného modulu vybrány jen ty základní pohyby při práci vsedě u šicího stroje. Šlo by zajisté prozkoumat i mnohem více pohybů podrobněji ve vztahu k postoji při práci ve stoje, vsedě popřípadě vleže pro vybrané pracovní činnosti. To by mohlo být náplní další bakalářské práce.

Program CATIA V5R19, zejména potom modul „Ergonomický návrh a analýza“ na který byla zaměřena bakalářská práce, má široké spektrum využití ve všech možných oborech a vybrané pracoviště by v něm šlo navrhnout kompletní, pokud by se práce zabývala všemi moduly tohoto programu. Předpokladem je, že se tento program jako celek bude nadále vyvíjet a rozšiřovat nabídku svých možností i uplatnění v ergonomické praxi.



## Seznam použitých pramenů

- [1] Prof. Ing. Chundela. L. *Ergonomie*. Praha: ČVUT, 2007.
- [2] Ing. Glivický. V. *Úvod do ergonomie*. Praha: Práce, 1975.
- [3] Johansson. A, Aström L. *How to Use Computer Manikins and Motion Capture*, Lulea University of Technology, 2004
- [4] Osobnosti.[on-line]. 18.12.2011. URL:<<http://www.quido.cz/osobnosti/bertillon.htm>>.
- [5] Ing. Zatloukal. L. *Konstrukce oděvů 1*. Liberec:TUL: 2007
- [6] BOZP-info. [on-line]. 8.1. 2011. URL:<<http://www.bozpinfo.cz/>>.
- [7] SOUDOM. [on-line]. 16.1. 2011.  
URL: <[http://www.soudom.cz/Ucebnice/Zdravoveda/Prvni\\_rocnik/4.pdf](http://www.soudom.cz/Ucebnice/Zdravoveda/Prvni_rocnik/4.pdf)>.
- [8] Anatomie. [on-line]. 16.1. 2011. URL:< [www.anatomie.grafofa.eu](http://www.anatomie.grafofa.eu)>.
- [9] Gymnázium a Střední odborná škola pedagogická. Znojmo. [on-line]. 16.1. 2011.  
URL:<<http://ms.gymspgs.cz>>.
- [10] Converter. [on-line]. 10.2. 2011.URL:<[www.converter.cz](http://www.converter.cz)>.
- [11] Mudr. Erban. V. *Fyziologie práce a ergonomie*. Liberec: TUL, 2003.
- [12]Gilbertová, S., Matoušek, O. *Ergonomie- Optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada, 2002.
- [13] Ergožidle.[on-line]. 18.2. 2011. URL: < <http://www.ergozidle.cz> >.
- [14] Židle Vojaček.[on-line]. 18.2. 2011. URL:< <http://www.zidle-vojacek.cz> >.
- [15] Lorika cz. [on- line]. 1.3.2011. URL:< <http://www.ergonomie.name> >.
- [16] Muzeum umění Benešov. [on-line]. 6.3.2011. URL: < <http://www.muzeum-umeni-benesov.cz> >.
- [17] Technodat. [On-line]. 15.3.2011. URL: < <http://www.technodat.cz>>.
- [18] Dytron.cz. [On-line]. 18.3. 2011. URL: < <http://www.dytron.cz> >.
- [19] Cad.cz. [On-line]. 18.3. 2011. URL: < <http://www.cad.cz> >.
- [20] Manuál CATIA V5 [On-line], 22.3. 201. URL: <[www.CADfamily.cz](http://www.CADfamily.cz)>.
- [21]Dalmec S.p.A. [On-line] 2.4.2011. URL:< <http://www.dalmec.com> > .
- [22]Bureš, M. [On-line] 2. duben 2011,Premiselné inženýrstvo 07- Ergonomie ve virtuálním světě. URL:< <http://download.ulern.sk> >.

## Seznam obrázků

Obr. 1 Bertillonovo měření zločinců v praxi [4].....	15
Obr. 2 Kostra hlavy [8].....	17
Obr. 3 Kostra trupu [8] .....	18
Obr. 4 Kostra horní končetiny [8] .....	18
Obr. 5 Správné držení těla [13].....	29
Obr. 6 Hyperfykóza [13] .....	29
Obr. 7 Hyperlordóza [13] .....	29
Obr. 8 Plochá záda [13] .....	29
Obr. 9 Skolióza [13] .....	29
Obr. 10 Správné sezení [14] .....	30
Obr. 11 Nesprávné sezení [14].....	30
Obr. 12 Nastavení sklonu sedací plochy [15] .....	31
Obr. 13 Ergonomicky tvarovaná židle [13] .....	31
Obr. 14 speciální sedadlo [13] .....	32
Obr. 15 Virtuální postava .....	33
Obr. 16 Pracovní okno.....	36
Obr. 17 New Manikin- Manikin .....	37
Obr. 18 Výška sedu .....	37
Obr. 19 Postoj virtuální figuríny- a) stoj, b) dosah, c) rozpažení .....	38
Obr. 20 Metodika RULA (rapid upper limb assessment).....	39
Obr. 21 Pozice rukou pro uchopení-a) válcové, b) kulové, c) špetkové .....	40
Obr. 22 Pozice sedu.....	40
Obr. 23 Osy [20] .....	41
Obr. 24 Celkový pohyb .....	42
Obr. 25 Pohyb rozdělený na segmenty.....	42

Obr. 26 Otočení trupu- a) výchozí poloha b) otočení o 50° c) otočení o max. 76° .....	44
Obr. 27 Dolní končetiny- a) optimální pokrčení b) sešlápnutí pedálu c) nesprávné pokrčení .....	45
Obr. 28 Pohyby při manipulaci s materiálem na dopravníku .....	46

## **Seznam tabulek**

Tab. 1 Porovnání výhod práce v sedu a ve stoje [1] .....	32
Tab. 2 Výběr možných změn antropometrických parametrů .....	37
Tab. 3 Konečný přehled v barevném kódu.....	39
Tab. 4 Vybrané možnosti pohybů [20].....	41

## **Přílohy**

## Příloha č. 1

### Ukázka manuálu programu CATIA V5R19- Měření lidských parametrů

#### Úvod


Umožňuje vytvoření detailní figuríny pro další analýzu. Můžete editovat 103 antropometrických parametrů figuríny nebo manipulovat s menším počtem proměnných "kritickými". Také můžete vymežit u figuríny specifický percentil populace nadefinované v programu.



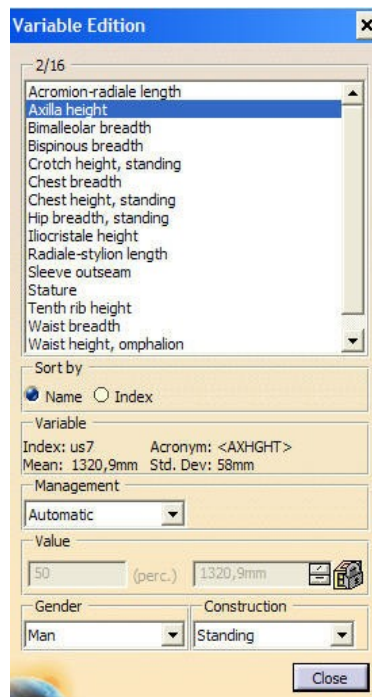
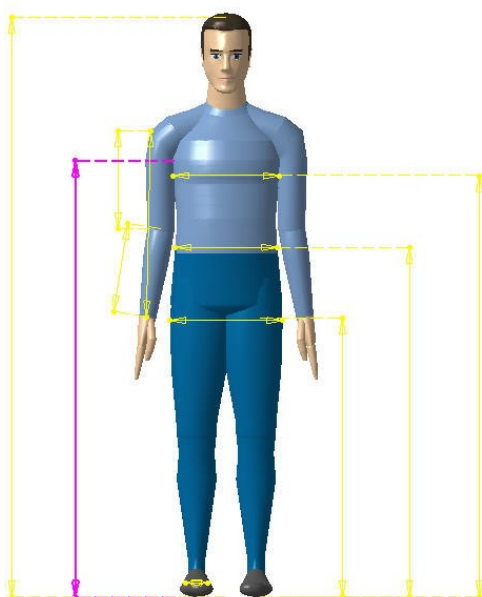
Panel nástrojů tohoto modulu je:

#### Editace antropometrických parametrů:

Při vytváření fiktivní figuríny, jsou všechny antropometrické proměnné vytvořené automaticky v závislosti na pohlaví, počtu obyvatel a vybraném percentilu. Tyto proměnné lze prohlížet a upravovat. Seznam proměnných můžete editovat s


ikonou . Vybrané proměnné můžete editovat přepnutím do manuálního režimu, automaticky změni svoji hodnotu.

Změna barvy proměnné.



Všechny proměnné mají maximální a minimální hodnoty získané z databáze obyvatelstva, do které figurína patří. A vy nemůžete nastavit hodnoty mimo tyto limity. Ze základního dialogového panelu můžete změnit pohlaví figuríny, za pomoci ikon



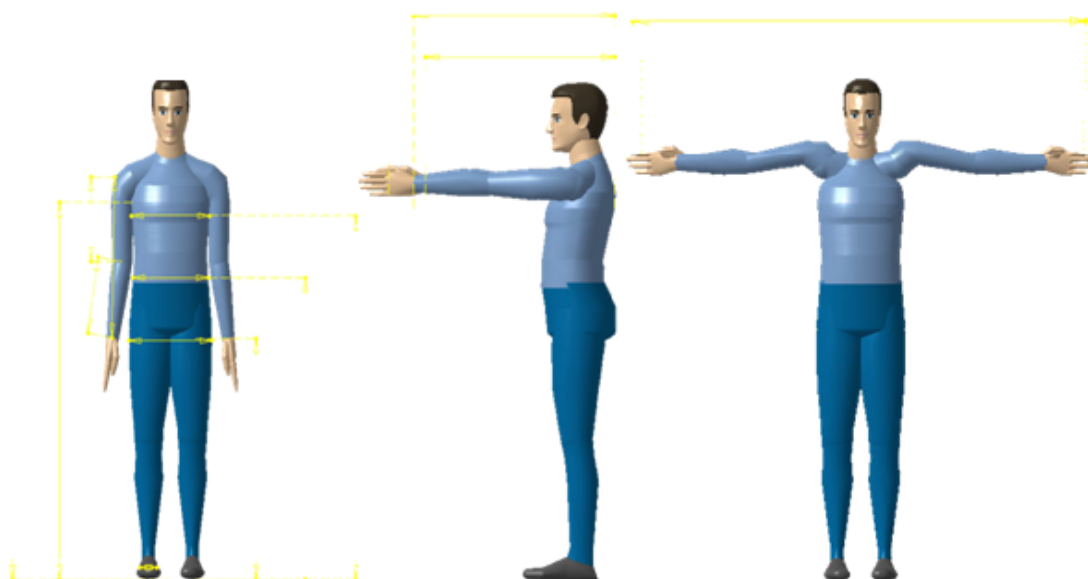
. Můžete také změnit cílovou populaci k definování modelu pomocí ikony 

nebo z jejich vlastnosti.



**Postoje:**

K dispozici jsou 3 předdefinované pozice v tomto modulu zobrazující antropometrické veličiny.



Stoj

Dosah

Rozpětí

V závislosti na zvolené pozici jsou některé proměnné jiné.

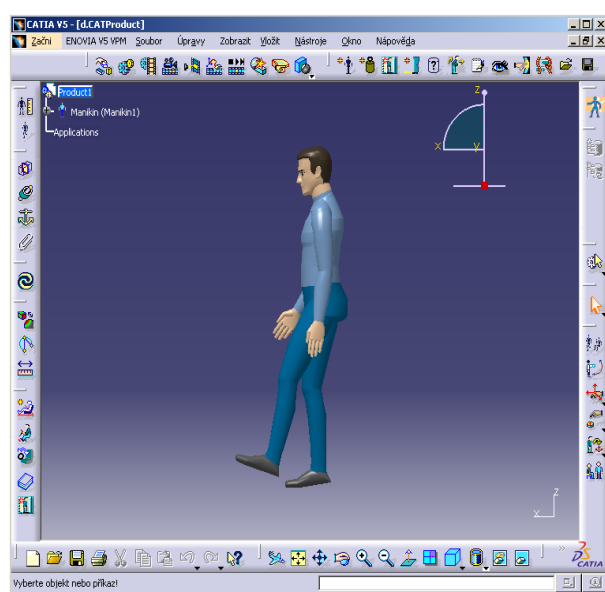
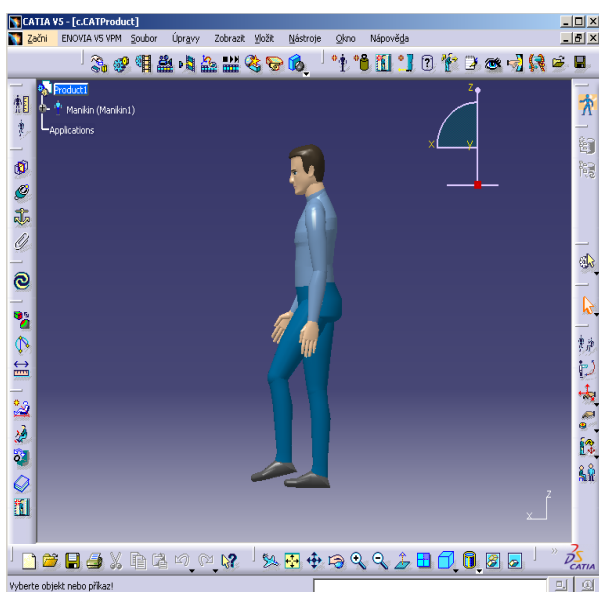
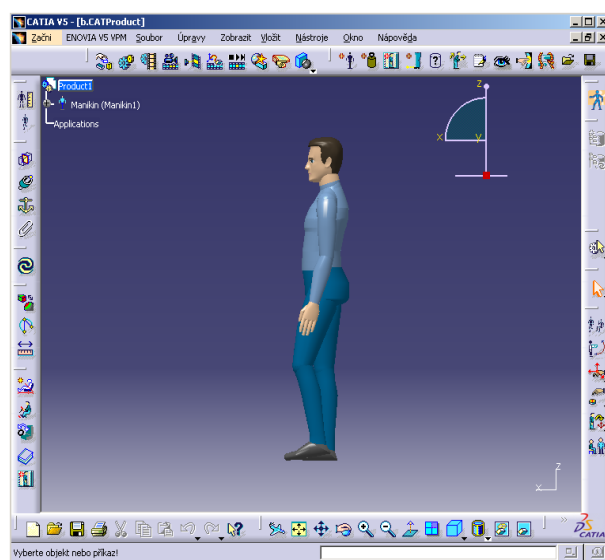
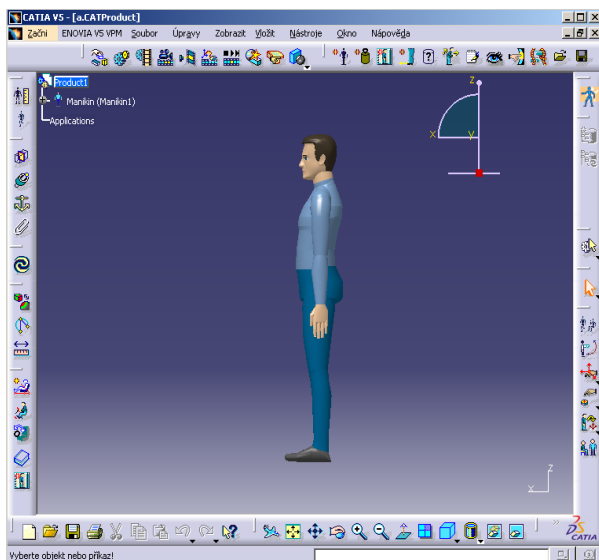


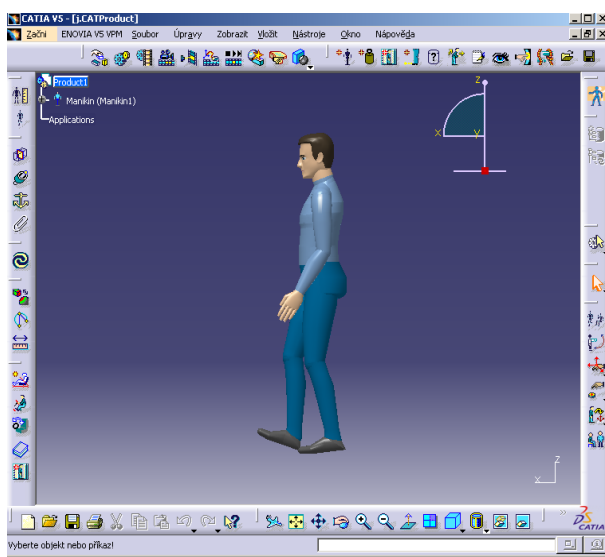
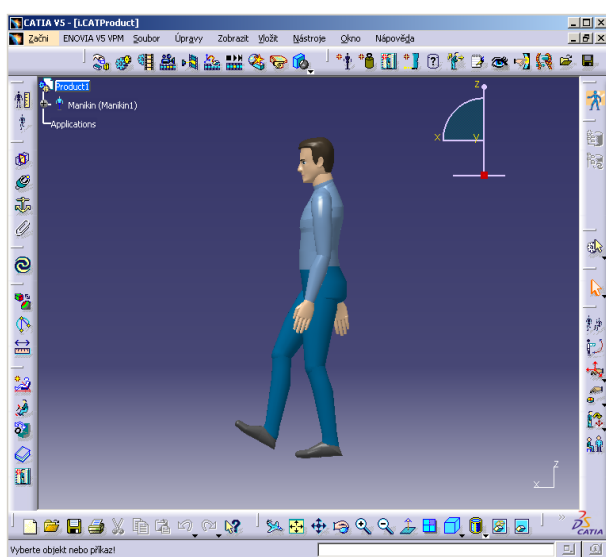
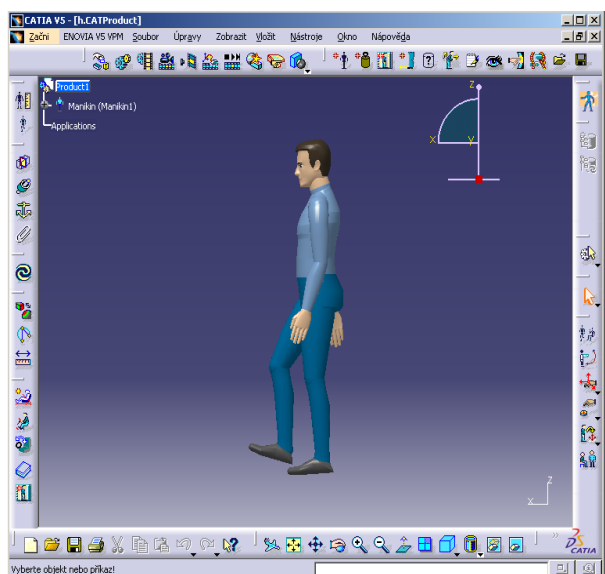
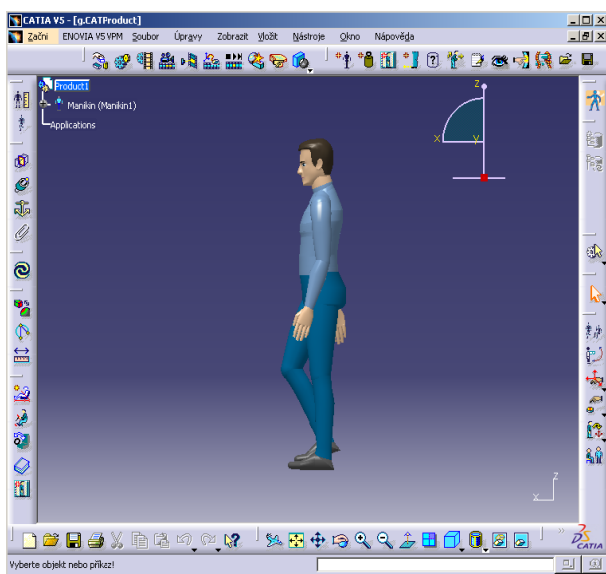
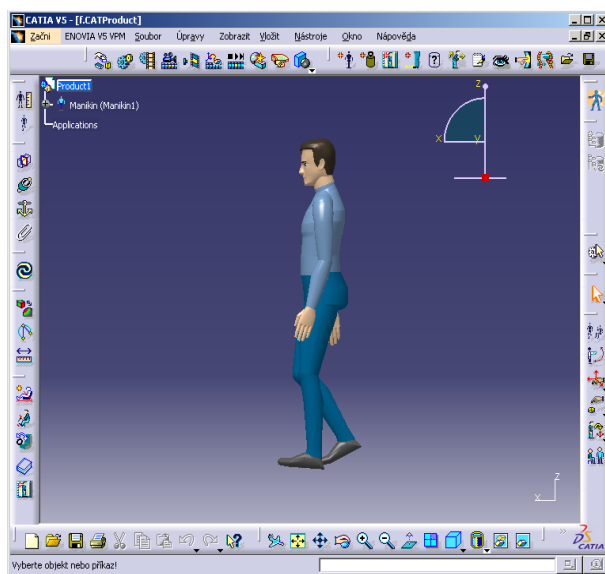
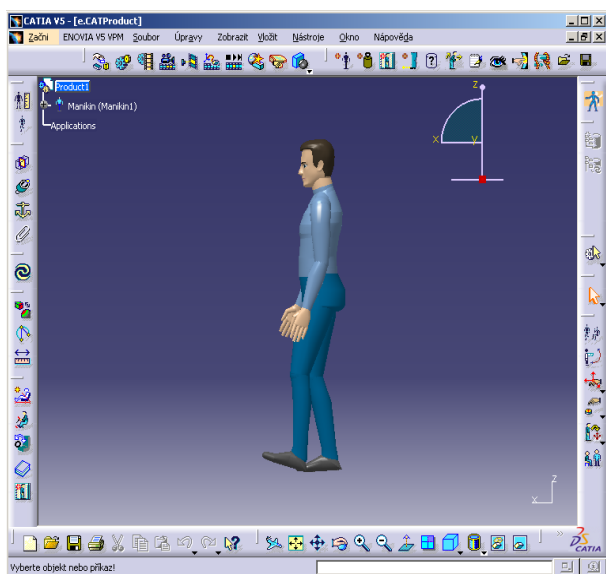
Nástroj pro filtrování antropometrických proměnných, které chcete zobrazit. Tím se otevře následující dialogové okno, kde si můžete vybrat.



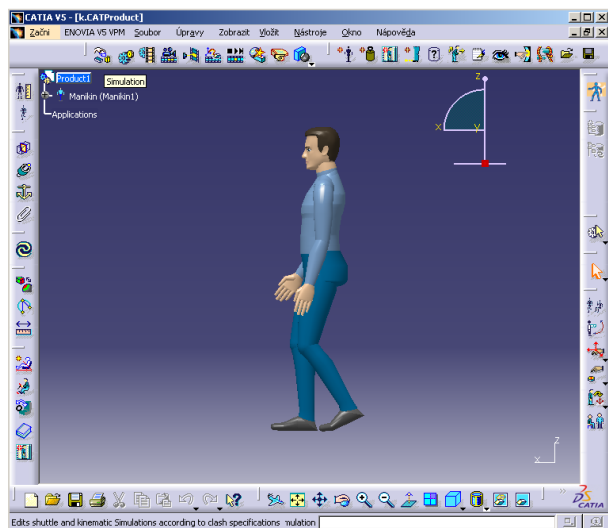
## Příloha č. 2

### Chůze figuríny v programu CATIA V5R19









## Příloha č. 3

### Pohyby figuríny při práci vsedě v programu CATIA V5R19

